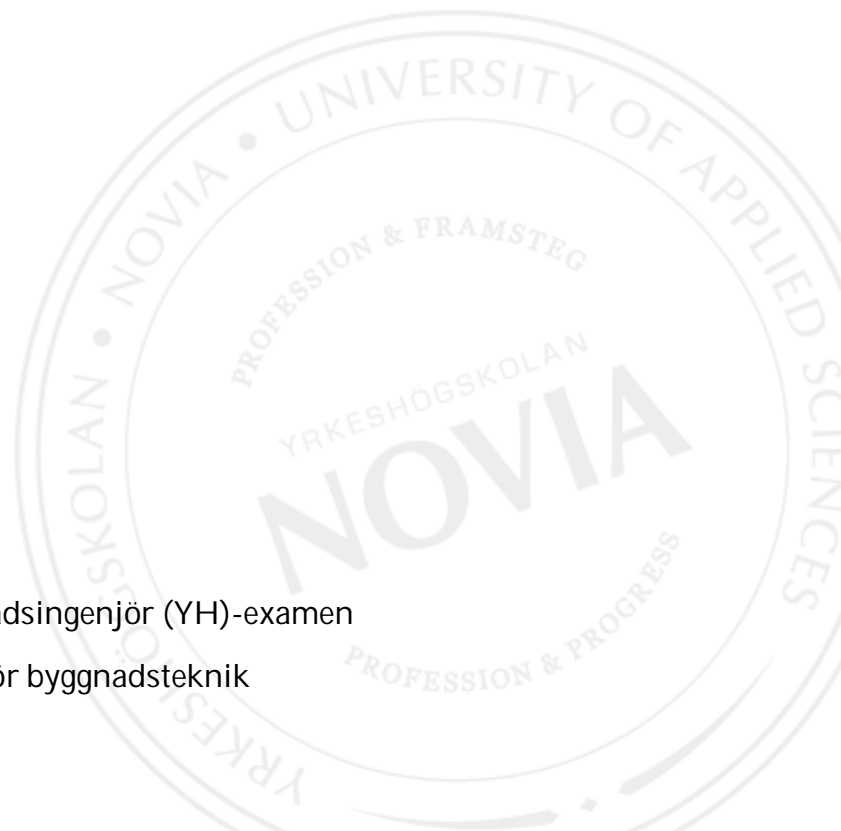


Examensarbete

Skarvning av borrarde och slagna stålrörspålar samt
arbetssätt i Finland och Sverige

Jonas Sahlberg

Examensarbete för byggnadsingenjör (YH)-examen
Utbildningsprogrammet för byggnadsteknik
Ekenäs 2011



EXAMENSARBETE

Författare: Jonas Sahlberg

Utbildningsprogram och ort: Byggnadsteknik, Raseborg

Inriktningsalternativ/Fördjupning: Projektering

Handledare: Towe Andersson

Titel: Skarvning av borrar och slagna pålar samt arbetssätt i Finland och Sverige

Datum 20.4.2011

Sidantal 48

Bilagor 0

Sammanfattning

Arbetet handlar om skarvning av stålrörspålar samt pålningsarbetet i Finland och Sverige. Beställare är Lemminkäinen Sverige Ab. Lemminkäinen arbetar med pålning både i Finland och i Sverige. Byggsprojektet som är med i slutarbetet är Stockholms Centralstation, som grundförstärks 2010-2012.

Ett syfte med arbetet var att jämföra och granska olika skarvningssätt för Ruukki stålpålar. Skarvning kan utföras antingen genom svetsning eller med en mekanisk hylsa. I arbetet intervjuades specialister från Finland och Sverige och till sist gjordes en ekonomisk kalkyl på olika skarvningssätt.

Det andra syftet med arbetet var att jämföra arbetssätt i Finland och Sverige och försöka hitta skillnader i dem. Det är mycket vanligt att en arbetsledare kommer från Finland och leder ett projekt i Sverige, då vill man veta om någonting görs på annat sätt än det man är van vid.

Skarvningen av pålar är en väsentlig del av pålningen och där kan sparas mycket tid och pengar med att välja rätt sätt för rätt objekt. Prisskillnaderna är ganska stora mellan mekaniska skarvar och svetsade skarvar, men med mekaniska skarvar vinner man mycket tid och de är enkla att skarva med. Om man använder mekaniska skarvar blir alla skarvar också lika hållfasthetsmässigt. För varje enskilt projekt bör man dock undersöka vilken av metoderna det lönar sig att använda. Som ett resultat av detta arbete kan konstateras att skillnaderna i ländernas arbetssätt är mycket få.

Språk: Svenska

Nyckelord: svetsning, mekanisk hylsa, utförande, borrar, slagna pålar

BACHELOR'S THESIS

Author: Jonas Sahlberg

Degree Programme: Construction Engineering

Specialization: Structural Engineering

Supervisors: Towe Andersson

Title: Extension of Drilled and Driven Steel Piles Including Piling Work in Finland and Sweden

Date 20 April 2011 Number of pages 48 Appendices 0

Summary

In the thesis I tackle questions about piling and how to extend a pile. The thesis also looks into differences between ways to pile in Finland and Sweden. The thesis is ordered by Lemminkäinen Sverige Ab, Lemminkäinen works with piling in Finland and Sweden. The construction site that is involved in this thesis is Stockholm Central Station that is being piled between 2010 and 2012.

One of the points in this thesis was to look at different ways to extend a Ruukki pile. Should you extend a pile by welding, or by a mechanical pile cap? Specialists in Finland and Sweden were interviewed and at the end an economical calculation of both ways was made.

The other point of the thesis was to look at ways of piling in Finland and Sweden, and try to find differences between the two countries. It is very common that an engineer from Finland travels to Sweden to supervise a construction site. And he wants, of course, to know if there are any differences that he is not used to.

The extension of piles is a very important part of piling and you can save lots of money and time just by choosing the right way to extend the pile on your site. The price range is very wide, but with mechanical pile caps you save lots of time and they are very easy to install. Every extension has the same strength. But you always have to see what will be the most suitable method for your site. The differences between how to pile are very few. The biggest difference was in waiting times between welding and check-up.

Language: Swedish
piles

Key words: welding, mechanical pile cap, drilled piles, driven

Innehållsförteckning

1	INLEDNING.....	1
2	PROJEKTET.....	1
2.1	Lemminkäinen.....	1
2.1.1	Historia	1
2.1.2	Koncernens uppbyggnad.....	2
2.1.3	Företagets strategi	2
2.1.4	Lemminkäinen Sverige Ab.....	2
2.2	Stockholm Centralstation.....	3
2.3	Själva projektet	4
2.4	Borrutrustning, pålningsutrustning.....	8
2.4.1	Topphammarutrustning.....	10
2.4.2	Sänkborrhhammarutrustning	10
2.4.3	Projektets utrustning	10
2.5	Slagutrustning, pålningsutrustning.....	11
2.5.1	Fall- och hydraulhejare	11
2.5.2	Högtryckshammare	11
2.5.3	Hydraulhammare.....	12
2.5.4	Vibrerare	13
3	Bestämmelser för pålningsarbete	13
3.1	Finland.....	13
3.1.1	Arbets- och kvalitetsplan	13
3.1.2	Arbetsledaren för pålningsjobbet	14
3.1.3	Installationssätt	15
3.1.4	Kvalitet och mätningar	16
3.1.5	Mätningar som utförs vid pålning.....	16
3.1.6	Provbelastning	17
3.1.7	Specialkrav för provbelastning	18
3.2	Sverige	18
3.2.1	Arbetsplan	18
3.2.2	Kvalitetsplan	19
3.2.3	Personal	19
3.2.4	Dokumentation av arbetsförloppet.....	19
3.2.5	Verifiering av bärförmåga.....	19
3.3	Jämförelse mellan bestämmelser angående pålningsarbetet i Sverige och Finland.....	20
4	PÅLAR	20

4.1	Ruukki.....	20
4.1.1	RD-Pålar	21
4.1.2	RR-Pålar.....	24
4.1.3	Stålkvalitet.....	27
4.1.4	Projektets pålar och kvalitet.....	27
5	SKARVAR.....	28
5.1	Svetsade skarvar i Finland.....	28
5.2	Svetsade skarvar i Sverige	29
5.3	Skarv med gängor	31
5.4	Hylsskarv.....	33
6	INTERVJU	33
6.1	Ruukki.....	33
6.1.1	Mats Larsson (Sverige).....	33
6.1.2	Veli-Matti Uotila (Finland)	35
6.2	Håkan Bredenberg.....	40
6.3	Kimmo Perkiö	41
6.4	Sammanfattning av intervjuer	44
7	Jämförelse mellan svetsat och gängad skarv	45
7.1	Tid.....	45
7.2	Kostnader	45
8	SLUTSATS.....	46
	KÄLLFÖRTECKNING	48

1 INLEDNING

Slutarbetet handlar om skarvning av stålrörspålar. Arbetet går in på pålning med stålrörspålar i Finland och Sverige. Syftet med arbete är att få fram skillnader i pålningsarbetet i båda länderna. Skarvningen av pålarna är en väsentlig del av varje pålningsprojekt och inverkar på både kostnader och tidtabellen. Både borrar och slagpa pålar presenteras i arbetet liksom skillnaden mellan dem. Slutarbetet görs åt Lemminkäinen Sverige Ab och det projekt som slutarbetet handlar om är pålningen av Stockholms Centralstation. Projektet utförs av Lemminkäinen Sverige Ab:s grundbyggnadsavdelning.

2 PROJEKTET

2.1 Lemminkäinen

2.1.1 Historia

Lemminkäinen grundades 1910 av byggmästare i Helsingfors, företaget började med att fungera som underentreprenör inom vägarbeten och vattenisolerings- och bitumenarbeten. En tid efter det började företaget även tillverka betongprodukter.

När Finland blev självständigt växte företaget igen. 1920 började företaget tillverka takfilt och på 1930-talet ägnade man sig åt forskning och utveckling inom asfaltstillverkning. Efter andra världskriget blev företaget marknadsledande inom asfaltsindustri. På 1950-talet flyttades takfiltproduktionen till Lojo och tillverkningen av betongprodukter till Tusby från Helsingfors. Även jordbyggnadsarbeten och målararbeten kom med i bilden.

Lemminkäinen började växa snabbt från 1970-talet på grund av företagsköp. 1975 köpte Lemminkäinen Oy Alfred A. Palmberg Ab och koncernens husbyggnadsavdelning flyttades till Oy Alfred A. Palmberg Ab. År 2000 köptes husteknikföretaget Tekmanni.

1989 noterades Lemminkäinenens aktier på börsens otc-lista och 1995 på börsens huvudlista.

Lemminkäinen har sedan år 2008 ägnat sig åt husbyggande, infrabyggande, husteknik och byggprodukter.

Lemminkäinen-koncernen grundade två (2) nya företag Lemminkäinen Talo Oy och Lemminkäinen Infra Oy. (Lemminkäinen 2011)

2.1.2 Koncernens uppbyggnad

Koncernen är uppbyggd i tre (3) olika inriktningar;

- husbyggande
- infrabyggande
- husteknik

Inom husbyggnad fungerar Lemminkäinen Talo Oy med dotterbolag, inom infrabyggande Lemminkäinen Infra Oy med dotterbolag och inom husteknik Lemminkäinen Talotekniikka Oy med dotterbolag.

Moderbolaget Lemminkäinen Oy fungerar som koncernens ledande organ och ansvarar på koncernnivå för investering, personalförvaltning, juridiska saker och kommunikation. (Lemminkäinen 2011)

2.1.3 Företagets strategi

Företagets strategi för 2010-2013 är att växa framgångsrikt och hålla företaget på stabil grund. Huvudpunkterna är på husbyggande, husteknik, byggande av bostäder i Ryssland och infrabyggande i Norden. Koncernuppbyggnaden förenklas och som mål har man att se ett starkt, enat Lemminkäinen. 40% av resultatet i redovisningsperioden delas alltid ut i dividender. (Lemminkäinen 2011)

2.1.4 Lemminkäinen Sverige Ab

Lemminkäinen Sverige Ab är ett dotterbolag till Lemminkäinen Infra Oy. Lemminkäinen Sverige Ab utför bland annat pålningsarbetet på Centralstationen i Stockholm. Projektet behandlas i slutarbetet och diverse tester utförs i Centralstationen. Lemminkäinen Sverige Ab leds av Risto Takkinen som fungerar som projektchef i Sverige medan hela Lemminkäinen grundbyggnadsavdelning leds av Jouko Viitala. (Lemminkäinen 2011)

2.2 Stockholm Centralstation

Stockholms centralstation uppfördes under slutet av 1800-talet. Nu skall huset grundförstärkas på grund av att det håller på att sätta sig. Beställare på grundförstärkningsarbetena i centralstationsprojektet är Jernhusen Ab, projektledningen sköter Forsen Projekt Ab och som konstruktör fungerar Sweco Ab. Arbetet är en utförandeentreprenad med en kontraktsumma på 100Mkr och entreprenadtid på ca 2 år.

Lemminkäinen Sverige Ab vann offerttävlingen för grundförstärkningen av Centralstationen i Stockholm. Projektet startade i september 2010 och räknas vara klart på sommaren 2012

Under projektets gång finns det många utmaningar. I Centralstationen pågår järnvägs-, restaurang- och butiksverksamhet under hela projektet. Det passerar ca 200 000 människor genom Centralstationen varje dag. Allt skall fortsätta lika smidigt som förut fast förstärkningsarbetena är igång. Grundförstärkningen av Stockholm Centralstation måste göras på grund av att konstruktionerna håller på att sätta sig, därför måste man påla. (Lemminkäinen 2011)



Bild 1. Centralstationen sett från Vasagatan. (fotografi Lemminkäinen)

2.3 Sälva projektet

Sälva byggnaden är byggd på träpålar som håller på att sjunka ca 2-3mm per år. I bild 3 kan man se hur en del av konstruktionerna är byggda, och på bild 4 kan man se hur det kommer att se ut efter pålningen. De så kallade nischerna kommer att vara arbetsdryga och tidskrävande. Källargolvet måste rivas och delar av väggen skärs ut där en nisch kommer. Nischerna kommer att vara ganska låga så man måste påla med 1,5 meters pålar, vilket i sin tur betyder att det kommer att vara åtskilliga skarvar per påle. Lemminkäinen räknar med att få två nischer per vecka gjord vilket betyder att hela källaren tidsmässigt kommer att ta ca 1 år. Lemminkäinen kommer tidigast att få börja borra i källaren 1.6.2011 enligt beställarens nutida planer. (Lemminkäinen 2011)



Bild 2. Bild från källaren där en nisch kommer att sågas ut. (foto Jonas Sahlberg)

Ursprunglig konstruktion:

Byggnaden sjunker
2–3 mm per år.

Träplankor, sk rustbädd

9–15 meter

Träpålar,
ej förankrade
i berggrunden

Källarmur
från 1871

Berggrund

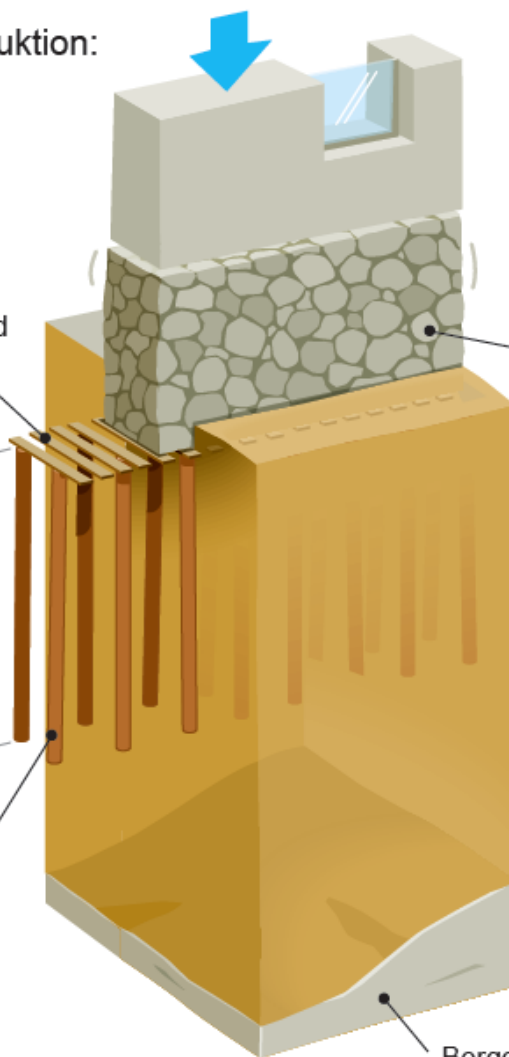
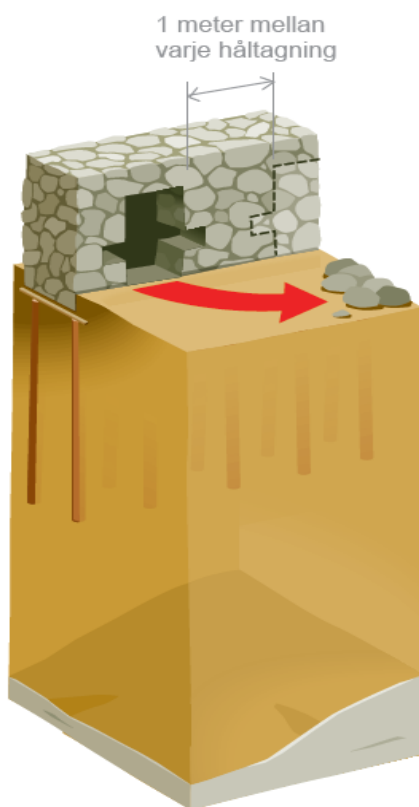
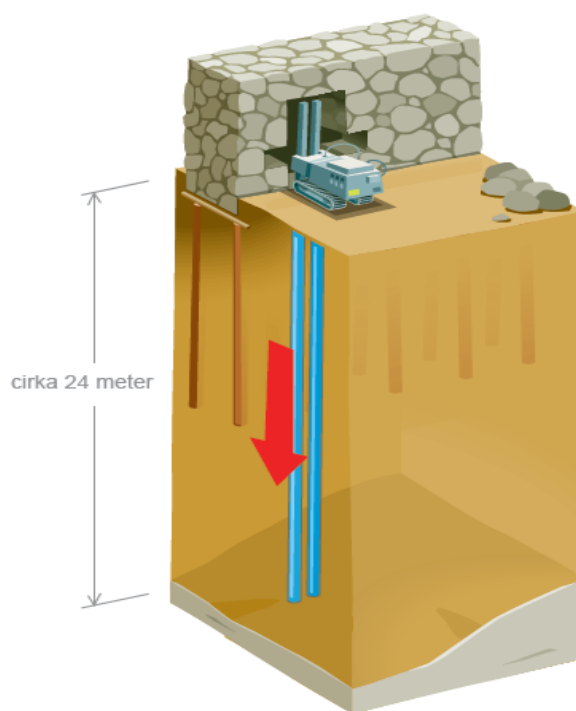


Bild 3. Befintlig konstruktion (Lemminkäinen 2011)

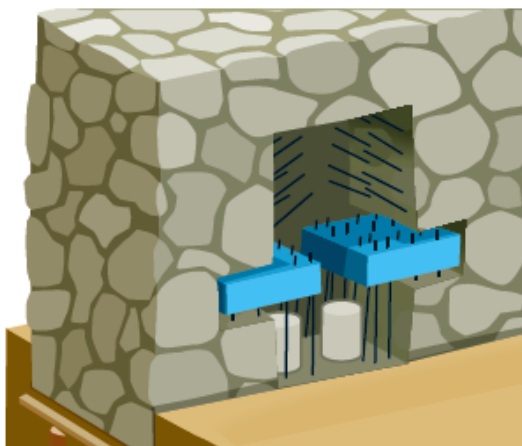
1 Hål tas upp längs hela den bärande källarmuren.



2 Nya stålrörspålar borras ner och gjuts fast i berggrunden.



3 Hålen armeras ...



4 ... och gjuts igen.

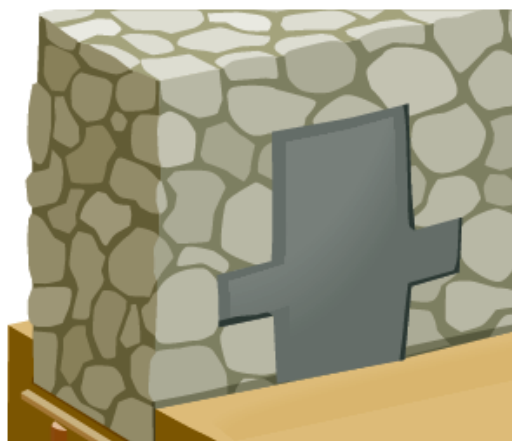


Bild 4. Efter pålningen. (Lemminkäinen 2011)

På västra sidan av byggnaden skall också grundmuren förstärkas, man kan se på bildserien 1-7 på bild 5 hur det för tillfället är och på hur det kommer att bli efter pålningen.

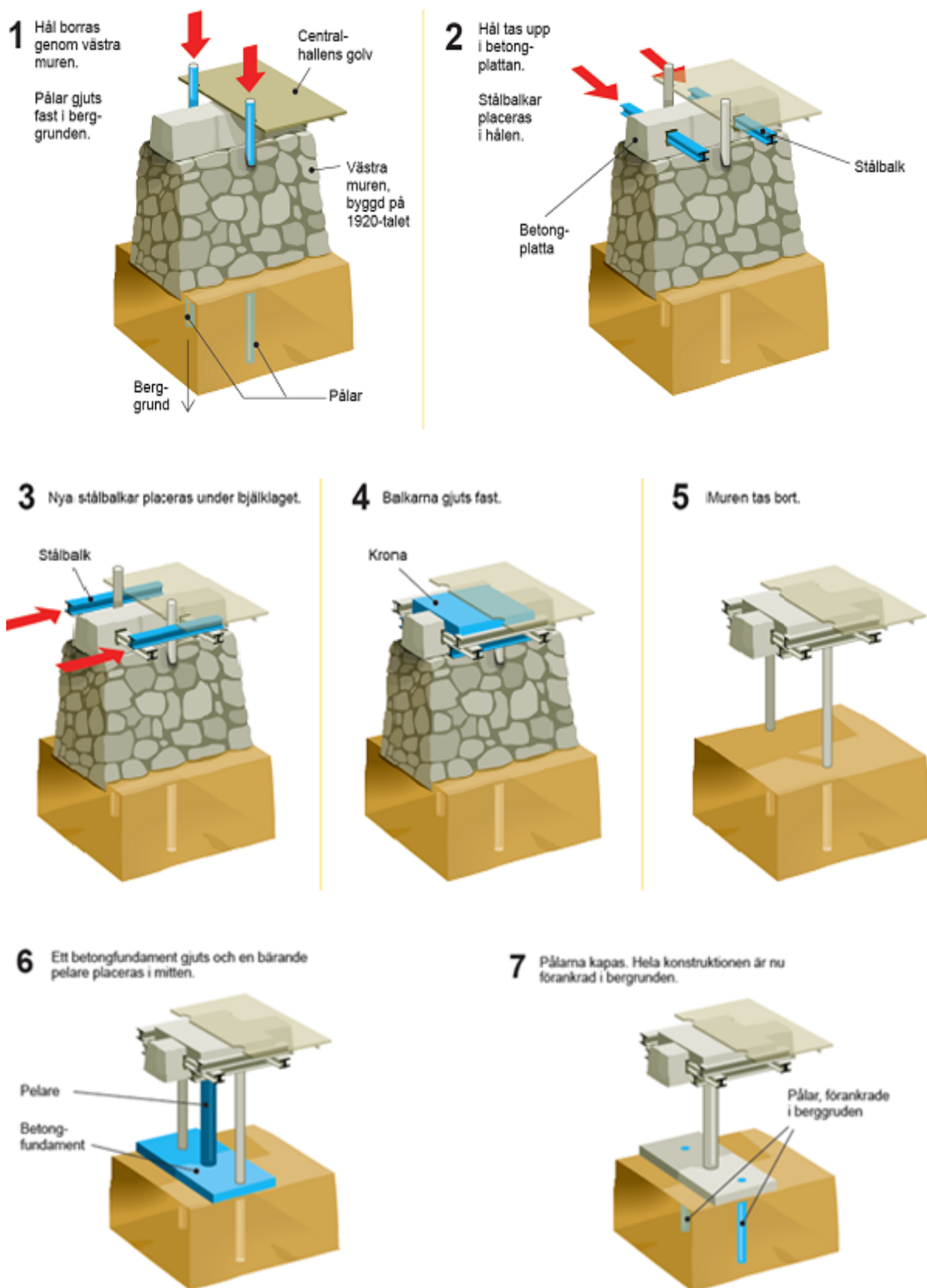


Bild 5. Bildserie på hur pälningen utförs vid västra stödmuren. (Lemminkäinen 2011)

Hela jobbet är indelat i olika etapper som utförs enligt skilda tidtabeller. Etapp 4 och Etapp 5 är de etapper i jobbet som Lemminkäinen kommer att påla. I Centralstationen pålar Skanska också någon etapp. (Lemminkäinen 2011)

Planerade mängder pålar i projektet är:

RD-pålar

- 4985 m, 428 st. medellängd 11,6 m (Lemminkäinen 2011)

RR-pålar

- 1930 m, 132 st. medellängd 14,6 m

Total stålmängd i projektet är cirka 75 ton. (Lemminkäinen 2011)

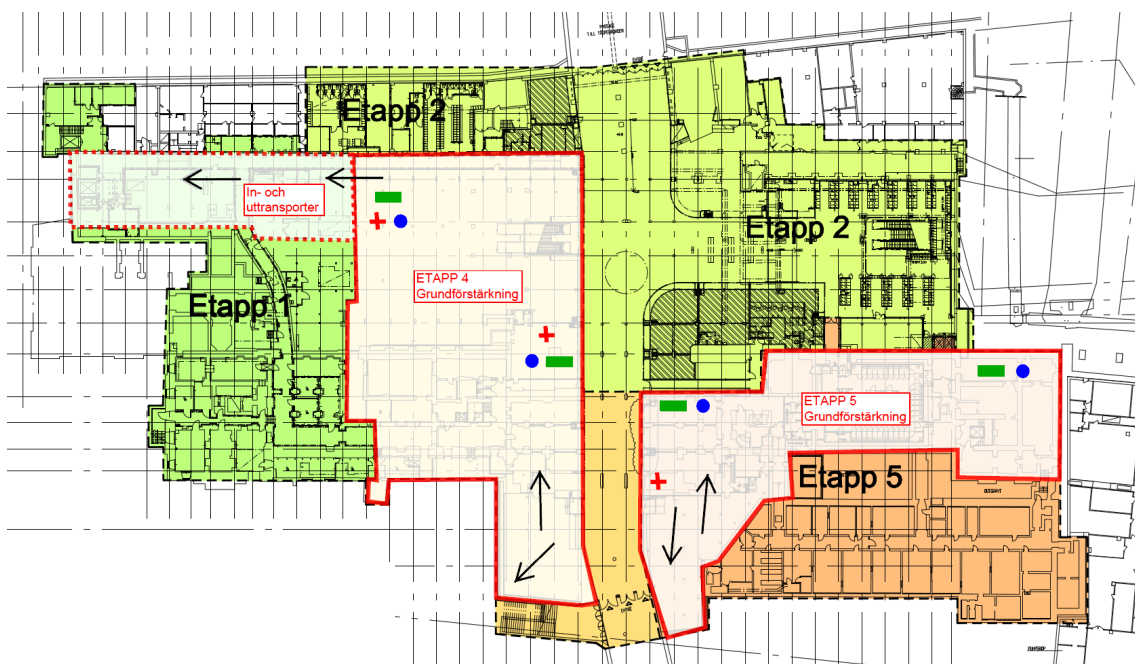


Bild 6. Olika etapperna (4 & 5 pålas av Lemminkäinen), det rödomringade området är inomhus i etapp 5 och 4. (Lemminkäinen 2011)

2.4 Borrtrustning, pålningsutrustning

Som borrtrustning används sänkborrhammare eller toppborrhammare. Med båda kan man använda sig av excentrisk eller centrisk borrhningsmetod.

Att använda sig av excentrisk borrhmetod, innebär att man tar upp borrkronan när man nått berget. Med denna metod borrar man alltid ned till berget. Innan man börjar borra fästs en

borrsko i röret som flyttar över borrhammarens stötkraft till röret. Rörtjockleken med excentrisk metod får vara högst 5-6 mm. När man avslutat borrhningen fylls hålet med betong som kronan gjort, så att röret inte står på en hylla. (se bild 7) (Bredenberg m.fl. 2010)

Genom att använda sig av centrisk borrhningsmetod lämnas borrkronan under röret i marken, kronan svetsas fast i röret innan borrhningen börjar. Endast pilotkronan tas upp tillbaks. Denna borrhmetod är lite dyrare än den excentriska, på grund av att en del av borrkronan blir kvar i marken, men man får oftast rakare borrhål och bättre penetrationsförmåga med att använda sig av centrisk borrhmetod. (se bild 8) (Bredenberg m.fl. 2010)

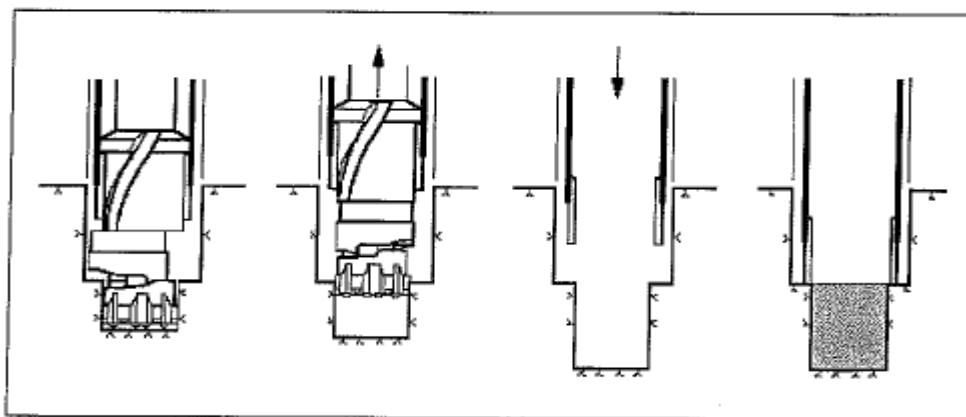


Bild 7. Excentrisk borrhningsmetod (Bredenberg m.fl. 2010)

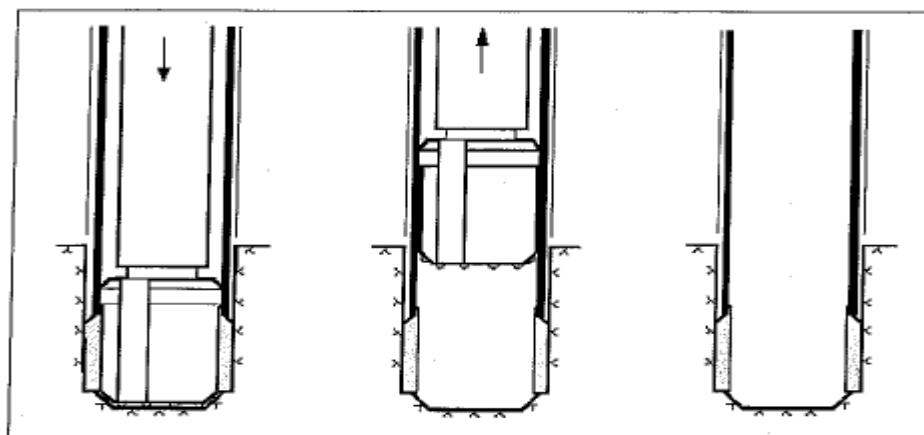


Bild 8. Centrisk pålningsmetod (Bredenberg m.fl. 2010)

2.4.1 Topphammarutrustning

Med topphammare menas att hammaren arbetar uppe, ovanom markytan. Borrens slag kan åstadkommas med en pneumatisk eller hydraulisk borr. En pneumatisk borr har en slagfrekvens på 1600-3400 slag/minut medan en hydraulisk borr har en slagfrekvens mellan 2000-4000 slag/minut.

Med denna utrustning kan man borra pålar upp till 200 mm i diameter. Borrkraften försvagas med denna utrustning ju längre pålen blir och desto flera skarvar det finns på pålen. Oftast pålar man inte över 30 m långa pålar med denna utrustning. (RIL 230-2007)

2.4.2 Sänkborrhämmarutrustning

Med sänkhämmare menas att hammaren arbetar nere vid borkronan. Borren är oftast pneumatisk. Fördelar med att hammaren är nere vid kronan är att borkraften inte försämras på grund av pål-längd eller skarvar. Penetrationshastigheten är också jämnare och pålen blir oftast rakare med denna utrustning.

Man kan borra pålar med en diameter på 800-1000 mm. Längden på pålarna spelar inte heller någon roll. (RIL 230-2007)

2.4.3 Projektets utrustning

I själva projektet kommer man att använda sig av centrisk borkmetod och ha en borkmaskin med sänkborrhämmarutrustning. (Lemminkäinen 2011)



Bild 9. Borkmaskin + vagn som används i projektet. (Lemminkäinen 2011)

2.5 Slagutrustning, pålningsutrustning

2.5.1 Fall- och hydraulhejare

Fallhejare

Hejaren är oftast fastsatt i en vajer som lyfts upp av en vinsch till rätt höjd och sedan släpps ner på pålen. På pålens övre kant finns ett stycke som hejaren faller på. Hejaren kan också fungera med såkallad "fritt fall-metoden" då hejaren lyfts upp till rätt höjd med vajer eller kätting och släpps loss. Med den här metoden kan man slå ca. 30-60 slag per minut. (RIL 230-2007)

Hydraulhejare

Hejaren fungerar endera så att man lyfter upp den till rätt höjd med hjälp av en hydraulcylinder och sedan låter man cylindern bli tom och hejaren faller ned. Man kan också lyfta hejaren upp till rätt höjd med hjälp av en hydraulcylinder och i stället för att bara låta cylindern bli tom, ger cylindern mera kraft åt hejaren när den far nedåt. Med denna typ av hejare kan man slå ca 30-150 slag per minut. (RIL 230-2007)

Hejarens massa som används med de här två metoderna fastställs enligt en tabell och vilken dimension på pålen man har. Tabell 1 visar hur man går till väga. Mh är massan på hejaren och mp är massan per meter på den använda pålen. (RIL 230-2007)

Pålningsklass	Mh/mp
III	>15
II	>20
IB	>25
max	<100

Tabell 1. Minimi- och maximivärden (RIL 230-2007)

2.5.2 Högtryckshammare

Hammaren fungerar med hjälp av en kolv. I hammaren fylls det luft under kolven tills den nått rätt höjd och sedan töms luften under kolven och man tillför tryck ovanom kolven istället. Det finns många olika slags hammare men de som används i Finland har följande egenskaper:

- slagantal (slag/min) 200-500
- luftanvändning (m³/min) 2-13
- kolvens massa (kg) 50-350
- kolvens hastighet (m/s) 3-6
- fallhöjd (m) 0,5-2
- energi (N/m) 200-5 500

Riktgivande värden för massan för den kolv som används kan ses i tabell 2. (RIL 230-2007)

Pålningsslag	Mh/mp
III	>2
II	>3
IB	>5
max	<12

Tabell 2. Minimi- och maximivärden (RIL 230-2007)

2.5.3 Hydraulhammare

Denna hammare är egentligen gjord för att söndra sten men fungerar för pålning också. Den fungerar i princip på samma sätt som tryckluftshammaren bara att den använder en hydraulisk kolv istället. Kolvens vikt ökar ca 1,3-2,0 ggr. kolvens massa, när den släpps ned. De hydraulhammare som används i Finland har ofta värden enligt följande:

- slagantal min. (slag/min) ~400
- slagantal max. (slag/min) 500-900
- kolvens massa (kg) 25-95
- kolvens hastighet (m/s) ~10
- fallhöjd (m) 4-6
- energi (N/m) 2000-4500

(RIL 230-2007)

2.5.4 Viberare

Med hjälp av vibratorer kan man få pålen att sjunka ned i marken av sin egen tyngd. I vibratören finns det två massor som jobbar åt motsatta håll hela tiden och åstadkommer en våg som stör jordlagren och med hjälp av tryck på pålen kan man få den att sjunka snabbare än med bara dess egen vikt. Frekvensen på vågen är minst 5 Hz men oftast över 25Hz. (RIL 230-2007)

3 Bestämmelser för pålningsarbete

3.1 Finland

I Finland används RIL böcker som ger direktiv till pålningsarbeten. RIL står för byggingenjörernas förbund (rakennusinsinöörien liitto). Förbundet består av diplomingenjörer och doktorer inom byggbranschen, från Finland. Man följer SPO (Suurpaalutusohje), PPO (Pienpaalutusohje) och LPO (Lyöntipaalutusohje).

3.1.1 Arbets- och kvalitetsplan

Entreprenören som utför pålningsjobbet skall göra en arbets- och kvalitetsplan för just det pålningsjobb som skall börja. I arbetsplanen framgår det specifikt arbetssätt och borrustrustning som används för att man skall kunna uppnå de kraven som ställts i grundbyggnadsplanen. I arbetsplanen tar man i beaktande de verkliga omständigheterna under pålningen. I kvalitetsplanen framgår det hur kvaliteten kommer att uppnås, hur den granskas och hur den bokförs.

Arbets- och kvalitetsplanen skall göras skriftligt med ritningar och lämnas till beställaren två (2) veckor innan pålningsarbetet påbörjas.

Grundbyggnadsplanen kan göras mera tydlig innan arbetet påbörjas, genom att planera noggrannare nedanstående saker:

- pålningssättet och i vilken ordning pålarna borras
- göra upp en plan på arbetsunderlag och ställningar

- uppgöra en plan på rengöring av pålgrunden och borrhölen
- uppgöra plan på betonggjutning
- plan på diverse inspektioner
- granska pålens borrhinstruktioner
- estimerar miljöpåverkningar som begränsar jobbet

I arbetsplanen måste åtminstone följande saker ingå:

- val av utrustning, position av utrustning samt hur exempelvis lyft görs och i vilken riktning de görs
- planering av mätarbeten
- pålarnas frakt, lagring och handling
- skarvning av pålarna
- förening av pålarna till konstruktioner
- planering av pålarnas kvalitetssäkring
- planering av arbetssäkerhetsåtgärder samt –inspektioner (Tiehallinto 2010, RIL 230-2007)

3.1.2 Arbetsledaren för pålningsjobbet

På bygget måste entreprenören utse en arbetsledare. Arbetsledaren måste ha tillräcklig utbildning och erfarenhet av pålningsjobb så att myndigheterna kan godkänna honom som en ansvarig ledare.

Arbetsledaren bör oftast ha flere års erfarenhet av borrhöns- och pålningsjobb och tillräckliga teoretiska kunskaper. Med tillräckliga teoretiska kunskaper menas en person som exempelvis avlagt yrkeshögskoleexamen inom byggbranschen.

Arbetsledaren måste ha tillräcklig kunskap om påltyperna som används samt leda och övervaka allt som hör till pålningsarbetena samt utföra diverse granskningar och åtgärder.

Uppgifter som hör till arbetsledaren:

- se till att personalen är yrkeskunnig och utrustningen passande för jobbet
- pålnings arbets- och kvalitetsplan är gjord och godkänd
- pålarna är mätta på rätt ställe och fastmåtten finns
- pålningsdagbok, med positionsmått, görs och granskas på rätt sätt
- håller kontakt med övervakaren, myndigheterna och planerarna
- borrhningsarbetet utförs på planerat sätt och omgivningen och jordlagren iakttas
- pålens position och snedhet mäts under borrhningens gång
- bottenrens renhet, pålens renhet och rakhets granskas
- armeringsjobben övervakas
- gjutningsplanen görs
- gjutningsjobben övervakas
- pålens kvalitetssäkringsåtgärder utförs
- kvalitetskrav på levererade pålkomponenter uppfylls samt pålens delar är fastsatta på planerat sätt
- pålen placeras på planerat ställe i planerad vinkel och stödd enligt pålningsarbetsplanen
- pålarnas skarv och granskning av dem görs enligt planerna
- planerad provpålning och provbelastning görs, av geotekniska planeraren får man de granskade borrhdirektiven

Pålningsarbetet och pålningsmetoden får inte orsaka skada på konstruktioner bredvid.
(Tiehallinto 2010, RIL 230-2007)

3.1.3 Installationssätt

Entreprenören bör ha sådan utrustning att kraven i grundbyggnadsplanen uppfylls liksom kraven enligt Porapaalutusohje (Tiehallinto 2010). I Finland används mest borrhmetoder med slag som består av 4 huvudkomponenter:

- matningskraft, kraften borren fungerar med
- rotering, hur man får borren att rotera
- slag, hammare som slår pålen
- spolning, spolning av hålet

Borrmeter och borrarutrustning är mera specificerat i kap. 2.3. (Tiehallinto 2010, RIL 230-2007)

3.1.4 Kvalitet och mätningar

Arbetsledaren bör vara kunnig och ha mycket erfarenhet för han är ansvarig för:

- att jobbet utförs enligt kvalitetsföreskrifterna eller arbetsbeskrivningen samt enligt andra instruktioner och enligt god byggsed
- att pålnings arbets- och kvalitetsplan samt andra arbetsplaner uppgörs och granskas enligt det man bestämt
- att pålningsdagboken görs efter hand när pålningen pågår och förmedlas till övervakaren eller planeraren för granskning
- att övervakningsmätningar görs och nödvändiga dokument uppgörs
- att man meddelar byggherren eller planeraren om omständigheter som påverkar arbetets gång
- att specialarbetare såsom svetsare har gjort kompetensprov (Tiehallinto 2010, RIL 230-2007)

3.1.5 Mätningar som utförs vid pålning

Man bör övervaka pålningen med olika mätningar. All information bör införas i dagboken och där bör även följande uppgifter finnas:

A) pålningsobjekt och pålar

- pålningsobjekt, entreprenör, påltyp, dimensioner och djup, stålqualität, pålspetsens typ

B) uppgifter om jordmånen

- jordslag, skiktdjup
- svårt genomträngda skikt

C) borrhåns av pålen

- borrhånsrustning
- borrhånsmetod
- skarvning av pålen

D) mätning av rakhet

- vid behov mäts pålens rakhet med inklinometer eller annan liknande mätutrustning

E) mätning av bärförmåga

- vid behov och alltid i projekt som klassas som mycket krävande

Dagbok över övervakningar görs omedelbart. De eller kopior av dem förvaras på byggsplatsen tills jobbet är klart. Dagböckerna fylls i efter hand som pålningen framskrider.

Alla dagböcker lämnas till byggherrens övervakare eller planerare som planerat.

Efter pålningen görs en ritning där det framgår pålarnas position, påldimensioner, pålarnas spetsstyp och kapningsnivå samt utrustning som använts.

Mättningsplanen, mätresultat och andra pålningsdokument måste bevaras enligt entreprenadprogram, arbetsbeskrivning, kvalitetskrav eller enligt byggbestämmelserna. (Tiehallinto 2010, RIL 230-2007)

3.1.6 Provbekastning

I mycket krävande objekt måste den geotekniska bärförmågan säkras med provbekastningar. Provbekastningar bör utföras för 5% av varje påltyp dock minst 2 st. Borrhåns pålar som går ned till berg behöver inte provbekastas ifall berget är helt. Bergets kvalitet fastslås genom borrhånsborring. Provbekastningarna görs som statiska

provb belastningar. Pålarnas provbelastningar kan användas för att granska dimensionering, arbetsmetod och kvalitet:

- utreda pålens spets- och mantelytas förmåga att ta emot laster
- utreda om pålen är hel
- utreda hur pålen beter sig på lång sikt

(Tiehallinto 2010, RIL 230-2007)

3.1.7 Specialkrav för provbelastning

Den statiska belastningen bör omfatta minst sex belastningssteg. Sjunkningshastigheten skall mätas med minst 3 olika mätare och den skall vara under 0,25 mm/h förrän man kan fortsätta med nästa belastningssteg.

Hastigheten vid belastningen skall vara samma hela tiden och den skall vara ca. 1 mm/min under hela provet.

Sättningsens mätinstrument bör vara av noggrannheten minst 0,1 mm.

Alla sättningsmätinstrument bör kalibreras en gång om året.

Efter provbelastningen skall det genast lämnas en rapport till beställaren där det framgår vilken påle, position och grundförhållande det fanns vid den påle som belastades. Resultatet visas grafiskt och numeriskt. (Tiehallinto 2010, RIL 230-2007)

3.2 Sverige

I Sverige är det Pålkommissionens rapporter som styr pålningen. Pålkommissionen består av erfarna personer (konsulter, diplomingenjörer) från olika företag som tillsammans utvecklar hur pålningen skall utföras.

3.2.1 Arbetsplan

Innan borringen börjar måste entreprenören göra upp en arbetsplan som beskriver i detalj de arbeten han tänkt göra. I arbetsplanen finns också redovisning för hur man går till väga ifall planen inte kan följas, det vill säga att det blir ändringar under arbetets gång.

Beställarens krav bör finnas med i planen. Planen skall normalt överlämnas till beställaren för godkännande men det ökar inte på hans ansvar i projektet. (Bredenberg m.fl. 2010)

3.2.2 Kvalitetsplan

Kvalitetsplanen skall göras enligt det kvalitetssäkringssystem som entreprenören använder, vanligtvis ISO 9001 (Bredenberg m.fl. 2010)

3.2.3 Personal

Personalen som utför arbeten skall ha dokumenterad kompetens för att utföra dem. I många fall krävs det en licentierad svetsare, vilket betyder att svetsaren gått på kurs och fått bevis på hur svåra svetsningsjobb han får utföra. (Bredenberg m.fl. 2010)

3.2.4 Dokumentation av arbetsförloppet

Arbetet skall dokumenteras till den omfattning som ställts i specifikationerna av beställaren. Avvikelser redovisas som nämns i arbetsplanen men bör ändå uppfylla entreprenadkontraktets villkor. (Bredenberg m.fl. 2010)

3.2.5 Verifiering av bärförmåga

”För en spetsburen stålrörspåle nedborrad till berg utgör givetvis bergmassans bärförmåga med avseende på den koncentrerade belastning pålspetsen utövar på underlaget den geotekniska bärförmågan.” (Bredenberg m.fl. 2010)

Förundersökningar görs så man får reda på ifall det finns sprickor i berget, om berget lutar eller om det annars finns svaga punkter i berget.

Bärförmågan verifieras enligt:

- Pålspetsen skall ha full kontakt med berget, för att verifiera detta gör man en kontrollslagning med lätt hejare. Hejaren bör väga lika mycket som själva pålen per meter.

Den geotekniska bärförmågan hos berget verifieras genom tung hejare och stötvågmätning eller man kan också verifiera med en statisk provbelastning. (Bredenberg m.fl. 2010)

3.3 Jämförelse mellan bestämmelser angående pålningsarbetet i Sverige och Finland

Stora skillnader mellan bestämmelserna för pålningsarbetet i de två länderna finns inte. I Sverige är det Pålkommissionens rapporter som styr pålningen och det är i dem man hittar all information om pålning som används i Sverige. I Finland är det RIL-böckerna SPO, PPO, LPO som följs. Skillnaderna mellan länderna kommer att bli ännu mindre med tiden när Eurokoderna tas i bruk. Som bäst håller man på både i Finland och Sverige på att utarbeta instruktioner för pålning enligt Eurokod-normer och de borde småningom publiceras.

I Sverige testas man i större utsträckning borrade stålrörspålar medan det inte görs i Finland i samma utsträckning. Om den kapacitet pålen kan ta upp verifieras, kan den utnyttjas i full grad.

Största skillnaden mellan de olika länderna är ifall man skarvar via svetsning. I Sverige finns det en 16 h väntetid mellan svetsning och granskning enligt BSK 07. I Finlands föreskrifter står det bara att fogen bör kallna innan den granskas, vilket i sin tur kan tolkas på många sätt.

4 PÅLAR

4.1 Ruukki

Rautaruukki Oyj är en ledande tillverkare/leverantör av metall och stålkomponenter, metallsystem och helhetsleveranser av olika metallsystem. Rautaruukki Oyj har cirka 11 800 anställda i 27 länder, bland annat i Norden, Baltiska halvön, Ryssland, Ukraina och östra delen av Mellan-Europa. Inom marknadsföringen används endast namnet Ruukki.

Ruukki har ett mycket stort urval av pålar, både borrade och slagna, i många dimensioner och med olika stålqualitet. Bland annat kommer Ruukkis stålrörspålar att användas i projektet i Stockholms Centralstation. (Ruukki 2011)

4.1.1 RD-Pålar

Benämningen RD är en förkortning och betyder att det är en påle som måste borraras ned. I bild 10 kan man se en RD-påle med skarv.

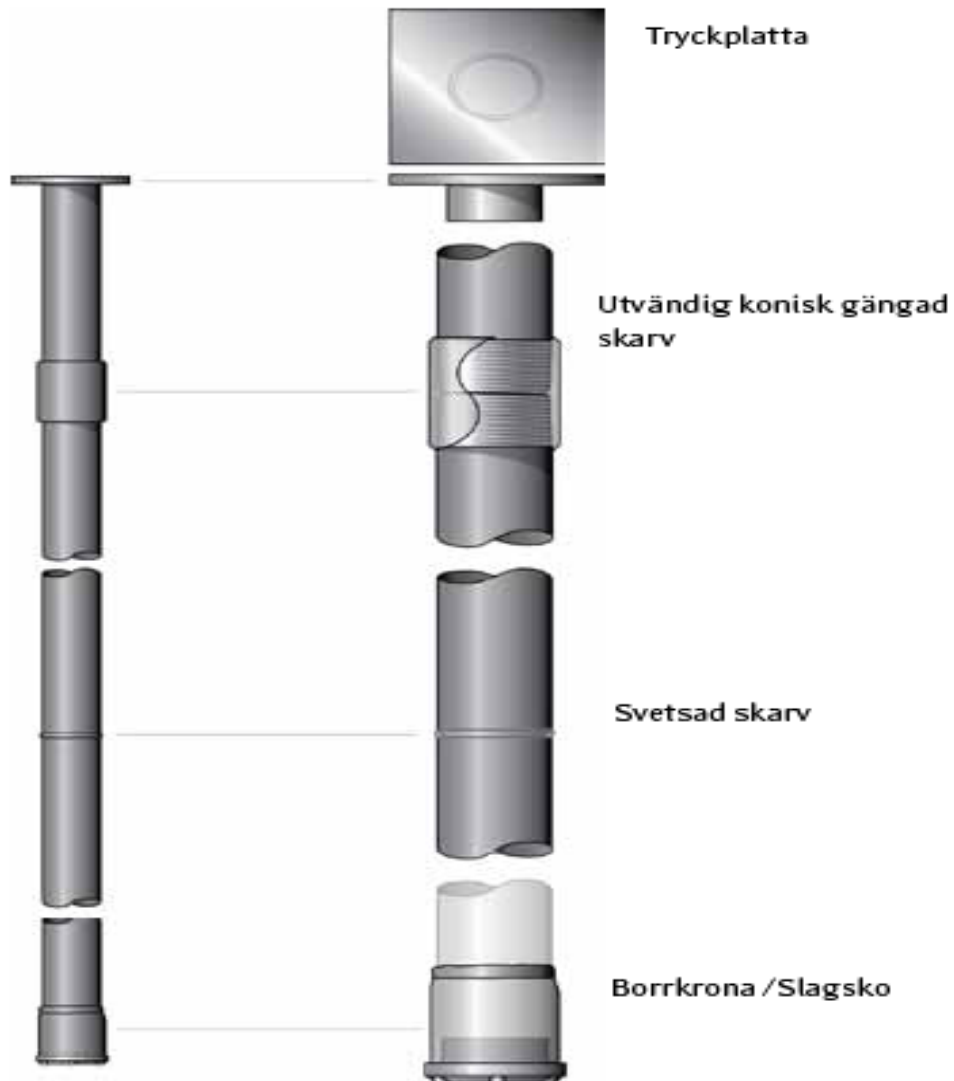


Bild 10. RD påle (Ruukki 2011)

RD-småpålar

RD-småpålar är pålar som man borrar ned. Borrade stålrörspålar används på ställen där det inte får förekomma vibrationer i marken, där berggrunden sluttar och man vill försäkra sig om att pålarna hålls raka och in i berget eller på ställen där man vill förhindra sättningar.

Påltyperna RD90-RD220 och RDs90-RDs-220 kan skarvas både genom svetsning eller med en gängad holk. Påltyperna RD270-RD 320 kan skarvas endast genom svetsning.

Genom att använda skarv med gångor undviker man att utföra heta arbeten, för vilka det kan behövas skilda tillstånd och åtgärder exempelvis om man borrar inomhus. Skarvade holkar med gångor är också mycket enkla att installera och man kan vara säker på att varje skarv håller lika mycket. (Ruukki 2011)

Påle	D [mm]]	t[mm]]	M [kg/m]]	A [mm ²]]	A _u [mm ²]]	A _b [mm ²]]	W _{el} [cm ³]]	E _I [kNm ²]]	A _{1,2} [mm ²]]	E _{I1,2} [kNm ²]]	A _{2,0} [mm ²]]	E _{I2,0} [kNm ²]]
RD/RDs90	88,9	6,3	12,8	1635	0,28	6207	31,6	295	1304	228	1089	186
RD/RDs115/6,3	114,3	6,3	16,8	2138	0,36	10261	54,7	657	1711	514	1432	423
RD/RDs115/8	114,3	8	21	2672	0,36	10261	66,4	797	2245	654	1966	563
RD/RDs140/8	139,7	8	26	3310	0,44	15328	103,1	1513	2788	1250	2445	1082
RD/RDs140/10	139,7	10	32	4075	0,44	15328	123,4	1810	3553	1547	3210	1379
RD/RDs170/10	168,3	10	39	4973	0,53	22246	185,9	3284	4343	2823	3928	2526
RD/RDs170/12, 5	168,3	12,5	48	6118	0,53	22246	222	3924	5488	3462	5073	3165
RD/RDs220/10	219,1	10	51,6	6569	0,69	37703	328,5	7557	5748	6533	5205	5869
RD/RDs220/12, 5	219,1	12,5	63,7	8113	0,69	37703	396,6	9124	7292	8100	6749	7436

Tabell 3. Mått och egenskaper på pålar som kan skarvas genom svetsning och med gängad holk. (Ruukki 2011)

Påle	D [mm]	t[mm]	M [kg/m]	A [mm ²]	A _u [mm ²]	A _b [mm ²]	W _{el} [cm ³]	E _I [kNm ²]	A _{1,2} [mm ²]	E _{I1,2} [kNm ²]	A _{2,0} [mm ²]	E _{I2,0} [kNm ²]
RD/RDs270/10	273	10	64,9	8262	0,86	58535	524	15024	7238	13037	6560	11741
RD/RDs270/12,5	273	12,5	80,3	10230	0,86	58535	637,2	18265	9205	16278	8527	14982
RD/RDs320/10	323,9	10	77,4	9861	1,02	82397	751	25533	8645	22207	7839	20031
RD/RDs320/12,5	323,9	12,5	96	12229	1,02	82397	916,7	31178	11012	27852	10206	25676

Tabell 4. Mått och egenskaper på pålar som kan skarvas genom svetsning. (Ruukki 2011)

RD-storpålar

RD-storpålar är gjorda för större projekt där det behövs större pålar för att ta upp lasterna. Pålarna skarvas genom svetsning. (Ruukki 2011)

Påle	D [mm]	t[mm]	M [kg/m]	A [mm ²]	A _u [mm ²]	A _b [mm ²]	W _{el} [cm ³]	E _I [kNm ²]	A _{1,2} [mm ²]	E _{I1,2} [kNm ²]	A _{2,0} [mm ²]	E _{I2,0} [kNm ²]
RD400/10	406,4	10	97,8	12453	1,28	129717	1204,5	51399	10926	44816	9912	40491
RD400/12,5	406,4	12,5	121,4	15468	1,28	129717	1477,9	63064	13941	56481	12928	52156
RD500/12,5	508	12,5	152,7	19458	1,6	202683	2352,6	125486	17548	112605	16279	104118
RD500/14,2	508	14,2	172,9	22029	1,6	202683	2645,6	141117	20118	128236	18849	119749
RD600/12,5	610	12,5	184,2	23464	1,92	292247	3434,6	219985	21169	197655	19644	182915
RD600/14,2	610	14,2	208,6	26579	1,92	292247	3869,0	247808	24284	225478	22759	210738
RD600/16	610	16	234,4	29858	1,92	292247	4320,7	276741	27563	254411	26038	239671
RD700/12,5	711	12,5	215,3	27430	2,23	397035	4707,3	351421	24754	316032	22975	292638
RD700/14,2	711	14,2	244,0	31085	2,23	397035	5309,0	396344	28409	360955	26630	337561
RD700/16	711	16	274,2	34935	2,23	397035	5936,4	443184	32259	407795	30480	384401
RD800/12,5	813	12,5	246,8	31436	2,55	519124	6195,8	528907	28375	475964	26340	440929
RD800/14,2	813	14,2	279,7	35635	2,55	519124	6994,2	597061	32575	544118	30539	509083
RD800/16	813	16	314,5	40062	2,55	519124	7828,3	668266	37001	615323	34966	580288

Tabell 5. Mått och egenskaper på pålar. (Ruukki 2011)

RD-foderrör

RD-foderrör används som ett säkrande rör ända ned till berget så inte borrhålet faller ihop.

Foderrören används när man exempelvis borrar vatten- och värmebrunnar, som skyddsror.

(Ruukki 2011)

Borrör	Dimensioner [mm]	Stålklass
RD140/5	139,7 x 5,0	S355J2H
RD170/5	168,3 x 5,0	S355J2H
RD190/5	193,7 x 5,0	S355J2H
RD220/6,3	219,1 x 6,3	S355J2H
RD270/6,3	273,0 x 6,3	S355J2H

Tabell 6. Mått och egenskaper på foderrör. (Ruukki 2011)

4.1.2 RR-Pålar

Benämningen RR är en förkortning och betyder att det är en påle som måste slås ned. I bild 11 kan man se hur en RR-påle är uppbyggd.

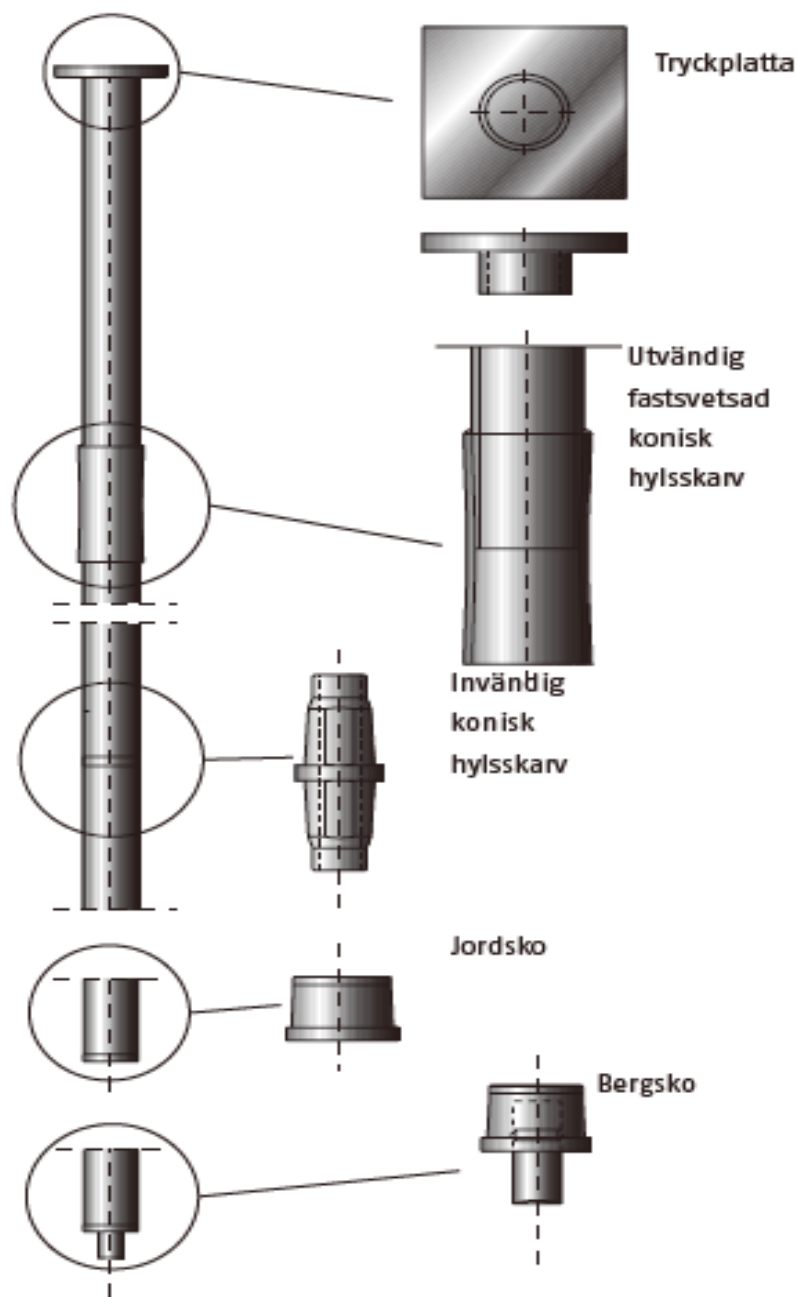


Bild 11. RR-Påle. (Ruukki 2011)

RR-småpålar

RR- småpålar är pålar som man slår eller vibrerar ned i marken. Pålarna används där det finns lite rum, man vill undvika sättningar och inte vill att det uppstår vibrationer i marken.

Pålarna kan skarvas genom yttre och inre skarv som fungerar med friktion. På pålar RR75-RR115 används en yttre holkskarv och skarven är fastsvetsad redan på fabriken så inget svetsarbete på byggplatsen behövs. Pålarna RR140-RR170/10 kan skarvas både med en yttre eller inre holkskarv, pålarna RR170/12,5-RR220 skarvas alltid med en inre holkskarv, RR pålar med större dimensioner än det skarvas alltid med hjälp av svetsning. (Ruukki 2011)

Påle	D [mm]	t[mm]	M [kg/m]	A [mm ²]	A _u [mm ²]	A _b [mm ²]	W _{el} [cm ³]	E _I [kNm ²]	A _{1,2} [mm ²]	E _{11,2} [kNm ²]	A _{2,0} [mm ²]	E _{12,0} [kNm ²]
RR75	76,1	6,3	10,8	1381	0,24	4548	22,3	178	1099	137	916	111
RR90	88,9	6,3	12,8	1635	0,28	6207	31,6	295	1304	228	1089	186
RR115/6,3	114,3	6,3	16,8	2138	0,36	10261	54,7	657	1711	514	1432	423
RR115/8	114,3	8	21	2672	0,36	10261	66,4	797	2245	654	1966	563
RR140/8	139,7	8	26	3310	0,44	15328	103,1	1513	2788	1250	2445	1082
RR140/10	139,7	10	32	4075	0,44	15328	123,4	1810	3553	1547	3210	1379
RR170/10	168,3	10	39	4973	0,53	22246	185,9	3284	4343	2823	3928	2526
RR170/12,5	168,3	12,5	48	6118	0,53	22246	222	3924	5488	3462	5073	3165
RR220/10	219,1	10	51,6	6569	0,69	37703	328,5	7557	5748	6533	5205	5869
RR220/12,5	219,1	12,5	63,7	8113	0,69	37703	396,6	9123	7291	8100	6749	7436
RR270/10	273	10	64,9	8262	0,86	58535	524	15024	7238	13037	6560	11741
RR270/12,5	273	12,5	80,3	10230	0,86	58535	637,2	18265	9205	16278	8527	14982
RR320/10	323,9	10	77,4	9861	1,02	82397	751	25533	8645	22207	7839	20031
RR320/12,5	323,9	12,5	96	12229	1,02	82397	916,7	31178	11012	27852	10206	25676

Tabell 7. Mått och egenskaper på pålar. (Ruukki 2011)

RR-storpålar

RR-storpålar slås ned i marken. Rören kan tillverkas som 36 m långa rör och man kan få upp till 45 m långa rör ifall de skarvas på fabriken. Långa rör sparar på skarvning och därmed också på tidtabellen och kostnaderna. (Ruukki 2011)

Diameter [mm]	Vägg tjocklek [mm]						
	8,0	10,0	12,5	14,2	16,0	18,0	20,0
406	78,6	97,8	121,4				
508	98,6	122,8	152,7	172,9			
559	108,7	135,4	168,5	190,8	214,3		
610	118,8	148,0	184,2	208,6	234,4	262,8	
711	138,7	172,9	215,3	244,0	274,2	307,6	340,8
762	148,8	185,5	231,0	261,9	294,4	330,3	366,0
813	158,8	198,0	246,8	279,7	314,5	352,9	391,1
914	178,7	222,9	277,9	315,1	354,3	397,7	440,9
1016	198,9	248,1	309,3	350,8	394,6	443,0	491,3
1220	239,1	298,4	372,2	422,3	475,1	533,6	591,9
	Massa kg/m						

Tabell 8. Mått och egenskaper på pålar. (Ruukki 2011)

Injekterade RR-småpålar

Injekterade RR-småpålar slås eller vibreras ned. Pålarna fylls med betong som sedan utlöses i pålens undre kant där det finns hål och omger sedan hela pålen. Man borrar med en större diameter på borrkronan än vad pålens diameter är, och ser till att hålet blir större än pålen och betongen ryms runt pålen.

Pålarna skarvas med yttre och inre holkskarv som fungerar med friktion och inga svetsningar behövs. (Ruukki 2011)

Påle	D [mm]	t[mm]	M [kg/m]	A [mm ²]	A _u [mm ²]	A _b [mm ²]	W _{el} [cm ³]	E _l [kNm ²]	A _{1,2} [mm ²]	E _{11,2} [kNm ²]	A _{2,0} [mm ²]	E _{12,0} [kNm ²]
RR75	76,1	6,3	10,8	1381	0,24	4548	22,3	178	1099	137	916	111
RR90	88,9	6,3	12,8	1635	0,28	6207	31,6	295	1304	228	1089	186
RR115/6,3	114,3	6,3	16,8	2138	0,36	10261	54,7	657	1711	514	1432	423
RR115/8	114,3	8	21	2672	0,36	10261	66,4	797	2245	654	1966	563
RR140/8	139,7	8	26	3310	0,44	15328	103,1	1513	2788	1250	2445	1082
RR140/10	139,7	10	32	4075	0,44	15328	123,4	1810	3553	1547	3209	1379
RR170/10	168,3	10	39	4973	0,53	22246	185,9	3284	4343	2823	3928	2526

Tabell 9. Mått och egenskaper på pålar. (Ruukki 2011)

4.1.3 Stålkvalitet

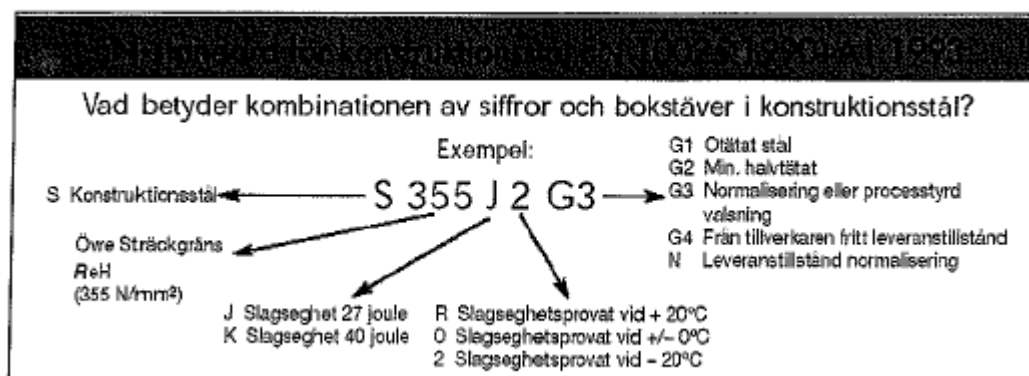


Bild 12. Förklaring av siffrornas och bokstävernas betydelse i konstruktionsstål. (Bredenberg m.fl. 2010)

RD-pålar

Standardstålkvalitet för RD90-RD320 är S440J2H. RD115-RD320 kan också levereras med stålkvalitet S550J2H. (Ruukki 2011)

Standardstålkvalitet för RD400-RD800 är S355J2H, stålkvalitet S550J2H kan även levereras. (Ruukki 2011)

RR-pålar

Standardstålkvalitet för RR-pålar är S440J2H (Ruukki 2011, RIL 230-2007, Bredenberg m.fl. 2010)

Pålar med en högre stålkvalitet och sträckgräns såsom S550J2H kan bli förmånligare att använda i projekt än den vanliga S440J2H fastän pålarna är dyrare räknat i meterpris.

På Busholmen i Helsingfors, Finland hade Lemminkäinen ett projekt där stålkvaliteteten byttes från S440J2H till S550J2H. I projektet sparade man ca 50 000€ på grund av att man kunde minska på antalet pålar. Också med hjälp av ett minskat antal pålar var det 19 % mindre stål som behövde levereras till byggplatsen. (Lemminkäinen 2011)

4.1.4 Projektets pålar och kvalitet

I Centralstationen i Stockholm kommer man att använda sig av pålar med en stålkvalitet på S440J2H.

RD-pålar som används:

- RD90x6.3, kapacitet 300kN
- RD140x10, kapacitet 800kN
- RD170x12.5, kapacitet 1000kN
- RD220x10, kapacitet 1700kN

RR-pålar som används:

- RR90x6.3, kapacitet 300kN
- RR115x8, kapacitet 500kN

(Lemminkäinen 2011)

5 SKARVAR

Vid en skarv får lutningen på pålens riktning högst ändra 1:100 i lätta klassen, 1:150 i krävande klassen och 1:200 i mycket krävande klassen.

Om pålarna skarvas så att skarven tål lika mycket drag-, tryck och böjkraft som själva pålelementet behöver man inte reducera pålens kapacitet. Men om skarvens egenskaper är sämre än pålelementets bör detta tas i beaktande i dimensioneringen. Man kan använda tillverkarens tabeller när man dimensionerar pålar med skarv. Skarven skall tåla lika mycket korrosion som själva pålen.

Pålarna kan skarvas med hjälp av svetsning, friktionsskarv eller gängad skarv. (RIL 230-2007, Tiehallinto 2010)

5.1 Svetsade skarvar i Finland

Svetsningens detaljer bör alltid framgå ur projektets arbets- och kvalitetsplan. Inom pålning finns det 3 olika klasser; lätta klassen, krävande klassen och mycket krävande klassen. Svetsfogarna bör granskas enligt följande:

I den lätta klassen gör man en visuell inspektion på skarven, man ser exempelvis på svetsens mått och möjliga brister. NDT-granskning eller ultraljudsgranskning, görs efter att svetsen är visuellt granskad.

I den krävande klassen bör svetsaren göra ett svetsprov innan själva svetsarbetet börjar och dessutom görs en visuell granskning av alla skarvar. I svetsprovet svetsas två pålrör ihop under samma omständigheter som kommer att råda under själva pålningsarbetet. Provsvetsen är en fjärdedel av hela den egentliga svetsen. Efter den visuella granskningen klipps en provbit på 100x100 mm ut från ett kritiskt ställe som innehåller en del av svetsfogen. Den ena tvärsnittytan slipas och det utförs en visuell granskning. Svetsfogen måste fylla kraven på svetsklassen ifråga. Provet bokförs och provet är i kraft två månader när provet utförts under samma omständigheter, med samma material och med samma påltyp som själva jobbet kommer att utföras med.

I den mycket krävande klassen kontrolleras 10% av fogarna med ultraljud utöver den visuella inspektionen och svetsprovet. Fel dokumenteras och repareras. De reparerade svetsarna granskas på nytt, samt två andra svetsar granskas.

Objektets svårighetsklass	Svetsklass	Svetsklassens svårighetsgrad
mycket krävande	B/C*	krävande
krävande	C	god
lätt	D	nöjaktig

Tabell 10. Svetsklassens krav enligt objektets svårighetsgrad. (RIL 230-2007, Tiehallinto 2010)

*småpålar

(RIL 230-2007, Tiehallinto 2010)

5.2 Svetsade skarvar i Sverige

Svetskontroll:

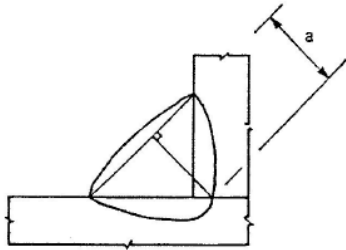
Svetskontroll av svetsar utförs enligt kraven som står i kontrakthandlingarna. Okulärbesiktning utförs alltid. Som ett oförstörande provningssätt är ultraljudprovning lämplig.

Alla svetsar inspekteras visuellt, endast efter visuell kontroll görs oförstörande provning. Ultraljudprovningarnas antal bestäms mellan parterna. Ofta testas 10% av svetsarna. (Ruukki 2011)

Svetskontroll:

Grundkontroll:

- visuell kontroll av fogberedningen
- visuell kontroll och vid behov mätning av svetsens yta och form
- mätning av kalsvetsens α -mått



- kontroll av svetsarens kompetens

Vid projekt med stränga krav bör tilläggskontroll utföras. Ifall tilläggskontrollen bör göras så finns det beskrivet i en tilläggskontrollplan. (BSK 07) Tilläggskontroll utförs nuförtiden endast vid brobyggen. (Ruukki 2011)

Tilläggskontroll:

Svetsar kontrolleras enligt följande:

- Visuell kontroll
- Oförstörande provning

Visuell kontroll

Visuell kontroll av svetsar i material med tjockleken <25 mm får utföras tidigast 16h efter svetsning och material med större tjocklek först 40 h efter svetsning. I utförandeklasserna GA och GB skall hela svetsen kontrolleras medan den visuella kontrollen i utförandeklass GC kan vara en delkontroll av svetslängden. Lämpliga riktvärden för delkontroll i klass GC är 25% av svetslängden i säkerhetsklass 3 och 10% i säkerhetsklass 2. Kontrollanten bör ha en kompetens enligt SS-EN 473:2005 + A1:2005.

Ifall man enligt den visuella kontrollen hittar något fel skall svetsen kontrolleras genom oförstörande provning. (BSK 07)

Utförandeklasserna GA, GB och GC motsvarar Finlands utförandeklasser lätt, krävande och mycket krävande. (Bredenberg m.fl. 2010)

Oförstörande provning

Oförstörande provning av svetsar i material med tjockleken <25 mm får utföras tidigast 16 h efter svetsning och material med större tjocklek först 40 h efter svetsning. Oförstörande provning utförs vid svetsar med en utnyttjandegrad större än 0,70 vid icke utmattningsbelastade konstruktioner och med större utnyttjandegrad än 0,50 vid utmattningsbelastade konstruktioner. I regel bör åtminstone ett stickprov tas. (BSK 07)

Oförstörande provning kan utföras på följande sätt:

- Radiografering
- Ultraljudsprovning

Utförandeklass	Svetsklass	Säkerhetsklass	
		3	2
GA	WA	50	25
	WB	25	10
GB	WA och WB	25	10
	WC	10	10
GC	WA–WC	10	10

Bild 13. Svetsklassens krav enligt objektets svårighetsgrad samt procentuell granskning av svetsländ i olika klasser (BSK 07)

5.3 Skarv med gängor

Man kan skarva pålar säkert med dimensionerna RD90-RD220. Gängad skarv är en mekanisk skarv som är tillverkad för Ruukkis RD-pålar. För tillfället har inte några konkurrenter motsvarande skarv.



Skarven finns med två olika gängriktningar beroende på vilken borrarutrustning man har. Med sänkborrhämmare använder man vänstergängad skarv, på grund av att borrar borrar

medsols och man vill säkra sig om att skarven inte löses upp under borrarningen. Med toppborrhammare använder man hörgängad skarv på grund av att då roterar borren motsols.

Skarven är skyddad och lätt inoljad när den levereras till byggplatsen, man skall därför undvika att öppna paket innan skarven behövs.

Skarven är en s.k. yttre skarv vilket betyder att skarvens dimension är större än själva pålens, vilket man måste ta hänsyn till när man borrar. Borrkronan bör därför vara av större dimension än skarven så att inte skarven fastnar när man exempelvis borrar genom stenblock. Ruukki har gjort upp en tabell på borrkronor man kan använda till respektive påle. (se tabell 11) (Ruukki 2011)

Påle	D [mm]	Atlas Copco Rotex	Borrkronans yttre diameter [mm]	Robit Rocktools	Borrkronans yttre diameter mm]
RD/RDs90/6,3	88,9	Symmetrix P89/8-RD	107	ROX+RD90/8	105
RD/RDs115/6,3	114,3	Symmetrix P114/8-RD	132	DTH- ROX+RD115/10	134
RD/RDs115/8	114,3	Symmetrix P114/8-RD	132	DTH- ROX+RD115/10	134
RD/RDs140/8	139,7	Symmetrix P140/8-RD	158	DTH- ROX+RD140/10	160
RD/RDs140/10	139,7	Symmetrix P140/10- RD	158	DTH- ROX+RD140/10	160
RD/RDs170/10	168,3	Symmetrix P168/12,5- RD	188	DTH- ROX+RD170/12,5	188
RD/RDs170/12,5	168,3	Symmetrix P168/12,5- RD	188	DTH- ROX+RD170/12,5	188
RD/RDs220/10	219,1	Symmetrix P219/10- RD	239	DTH- ROX+RD220/10	240
RD/RDs220/12,5	219,1	Symmetrix P219/12,5- RD	239	DTH- ROX+RD220/12,5	240

Tabell 11. Borrkronans yttre diameter. (Ruukki 2011)

Man måste även säkra sig om att skarven blir tillräckligt spänd innan borrarningen fortsätter. Därför har Ruukki också gjort en tabell över med vilket moment skarven skall spännas i olika pålsorter.

Påle	Draghållfasthet	Påle	Draghållfasthet	Spänningsmoment [kNm]
RD90	360	RDs90	450	1,0
RD115/6,3	470	RDs115/6,3	590	1,0
RD115/8	590	RDs115/8	750	1,0
RD140/8	730	RDs140/8	910	1,0
RD140/10	900	RDs140/10	1120	1,0
RD170/10	1100	RDs170/10	1370	1,0
RD170/12,5	1350	RDs170/12,5	1680	1,0
RD220/10	1450	RDs220/10	1810	3,0
RD220/12,5	1790	RDs220/12,5	2230	3,0

Tabell 12. Spänningsmoment på skarv. (Ruukki 2011)

5.4 Hylsskarv

Det finns två olika typer av hylsskarv; inre och yttre. Hylsskarven är koniskt formad och fungerar genom friktion. I yttre hylsskarven kommer skarven på yttre sidan av pålen och tvärtom. Den yttre skarven är färdigt på fabriken svetsad fast i pålen. Hylsskarv används vid slagning av småpålar. På grund av att skarven fungerar med friktion och i princip kläms ihop behövs det ingen svetsning på byggplatsen.

Pålar RR75-RR170 mellan 1-12 m kan skarvas med en yttre hylsskarv och pålar RR140-RR220 upp till 16 m kan skarvas med inre dubbelkonisk hylsskarv.

Hylsskarven brukar tryckas ihop först efter stoppslagningen. (Ruukki 2011)

6 INTERVJU

6.1 Ruukki

6.1.1 Mats Larsson (Sverige)

Mats Larsson jobbar för Ruukki Sverige Ab. Jag valde att intervjua honom p.g.a. att han har lång erfarenhet av pålning, han är bekant med beställare/entreprenörer i Sverige och han känner till produkter inom pålning.

Intervju

1. Borrade eller slagna pålar?

Slagna pålar används mest i Sverige men borrade pålar blir allt populärare hela tiden. På många ställen finns det ont om utrymme och man vill inte schakta bort onödigt med massor eller använda stora plattor som tar upp lasterna fastän man skulle bygga på morän. Istället har det blivit vanligt att borra ner pålar till berg och föra lasten direkt till berget. (kort avstånd till berg)

2. Prisklass på olika pålar?

Om slagna pålar är 1 så är borrade pålar 3 och pålar med kärna 6.

3. Fördelar med gängade skarvar?

I Sverige använder nästan alla entreprenörer gängade skarvar för de har märkt att fast den enskilda pålen blir dyrare så går det väldigt fort och man sparar mycket tid istället. Man slipper också granska svetsade skarvar som alltid måste svalna upp till 16 h före granskning.

4. Gängade skarvar är mycket vanliga i Sverige, varför inte i Finland?

I Finland finns det så bra svetsare. En annan orsak kan vara att den första gängade skarven som kom på marknaden inte var så bra och många i Finland tror att de inte utvecklats sen dess.

5. Kommer 16 h väntetiden att slopas när Eurokoderna kommer i bruk?

Vet inte.

6. Hur mycket inverkar val av skarv tidsmässigt och ekonomiskt i ett projekt?

Pålar med gängad skarv är snabba att borra så man vinner tid och därmed pengar, pålar med gängor är något dyrare än traditionella pålar.

7. Vad är det för skillnader i pris och kapacitet mellan stålqualität S440J2H och S550J2H?

Prisskillnaden ligger på ca 10 % och skillnaden i kapacitet är ca 25 %. Man kan spara i dimension eller pålantal med att välja en bättre stålqualität, och därmed sparar man pengar.

6.1.2 Veli-Matti Uotila (Finland)

Veli-Matti Uotila jobbar för Ruukki i Finland. Jag valde att intervjua honom på grund av lång erfarenhet med pålar och pålning i Finland.

Intervju

1. Mikä on lyönti ja porapaalujen osuus Suomessa? (teräspaalut)

Suomessa ei ole samanlaista paalujen käytön tilastointia kuin Ruotsissa, missä järjestelmällisesti kerätään toteutuneet paalumäärät tyypeittäin vuosittain. Valitettavasti emme Ruukissakaan systemaattisesti kerää tietoa, kuinka suuri osa teräspaaluista menee asennettavaksi poraamalla tai lyömällä (toimituksista jää järjestelmiin tieto paaluputkimateriaalista, mikä on sama molemmilla paalutyypeillä). Paalujen kokonaismäärästä mitattuna (m) karkeasti arvioidut markkinaosuudet kaikista paaluista vaihtelevat runsaasti käyttökohteittain.

Arvioni mukaan esim. pientalo- ja ”kevyt” rakentamisessa teräspaalujen osuus lienee yli 50%, perustusten vahvistuksien paaluista teräspaalujen osuus todennäköisesti lähentelee 100% (jos/kun suihkuinjektointia ei paaluksi lueta), toisaalta taas ”kerrostalorakentaminen” teräspaalujen osuus lienee ehkä 10 - 20% välillä. Kokonaisuudessaan teräspaalujen osuus kaikista asennetuista paalumetreistä lienee samaa suuruusluokkaa kuin Ruotsissa eli jossakin 25 – 40 %:n välillä. Teräspaalujen markkinaosuus on koko ajan kasvussa johtuen mm. siitä, että yhä enemmän rakennetaan pohjasuhteiltaan hankalille paikoille sekä lähelle olemassa olevia rakenteita ja teräspaaluja voidaan käyttää monipuolisemmin kuin teräsbetonipaaluja.

Porattavien paalujen osuus teräspaaluista on koko ajan kasvamassa ja arvioni mukaan noin 10 - 15 % kaikista teräspaaluista Suomessa asennetaan poraamalla. Porapaalujen yleistymisen johtuu mielestäni em. hankalien pohjasuhteiden lisääntyessä (mm. vanhat täyttömaat vesistöjen ja merien rannoilla) ja tiiviisti rakentamisen lisäksi siitä, että poraustyön hinta on laskenut eikä porapaalutusta enää useinkaan mielletä siksi ”viimeiseksi, kustannuksiltaan erittäin korkeaksi paalutusmenetelmäksi” mihin turvaudutaan kun mikään muu ei enää onnistu.

2. Mitkä ovat hintaluokat eri paalutusmenetelmillä?

Paaluputkimateriaalihinta on sama sekä pora- että lyöntipaaluille. Lyöntipaaluissa kokoon RR220/12.5 saakka käytetään mekaanisia jatkoksia. Kokoluokissa RR/RD90-RD170/10 lyötävien paalujen mekaaniset jatkokset ovat hieman edullisempia kuin porapaalujen kierreholkkijatkokset, mutta RR170/12.5 - RR220/12.5 kokoluokassa lyöntipaalujen sisäpuoliset irtojatkokset ovat taas hieman kalliimpia kuin porapaalujen

kierreholkkijatkokset. Paaluhatut ovat samat, lyöntipaaluissa on maa- ja kalliokärjet, joiden hinnat ovat pienissä paalukooissa aina tuonne RR170 kokoluokkaan selkeästi porapaalujen maakenkä/avarrinkruunu kustannuksia pienemmät. RR/RD220 kokoluokassa kalliokärjen ja avarrinkruunu/maakengän kustannusero on varsin pieni. Karkeasti ottaen teräsmateriaali em. seikat huomioon ottaen on siis hieman arvokkaampaa porapaaluilla (jos RD-paalut jatketaan kierreholkeilla) kuin lyötävillä paaluilla ja suhteellinen hinta-ero pienenee kun paalukoko kasvaa kohti d=220 paalua. Suurin hintaero lyönti- ja porapaalujen välille tulee asennuksen hinnasta/kustannuksista. Asennustöiden hintatasoista saanet Takkiselta ja Lemminkäiseltä paremmat arviot, mutta halvimmillaan pieniläpimittaisia lyöntipaaluja asennetaan ehkä noin 4 €/m, mikä sisältää kaikki asentamiseen liittyvät

työt (paikalleen mittaukset, paalujen katkaisut, lyöntityön, jatkamiset yms.), mutta kustannustasoltaan

(urakoitsijan kannalta) järkevä asennushinta lienee pienillä paaluilla 6 - 10 €/m välillä tavanomaisissa kohteissa. Porapaalutuksen hinta vaihtelee kovasti olosuhteista yms. ja sen takia alla arvioidut metrihinnat vaihtelevat erittäin paljon porapaalujen suhteen. Tässä joitakin suuruusluokkaa kustannustietoja (ALV 0%) (hinnat sisältävät paalumateriaalin, paalun kärkikappaleen, hatun, jatkamiset, katkaisut, asennustyön ja porapaaluilla myös betonoinnin; hintaan vaikuttaa

mm. kohteen suuruus, paalupituus ja paalutusolosuhteet). Alle 10 metrisillä paaluilla alla olevat metrihinnat hieman kasvavat ja yli 20 - 25 metrisillä hieman pienenevät:

Lyötävät RR-paalut

RR90 21 - 27 €/m

RR115/8 28 - 40 €/m

RR140/10 45 - 60 €/m

RR170/10 50 - 65 €/m

RR220/10 80 - 95 €/m

RR320/10 105 - 135 €

Porattavat RD-paalut

RD90 50 - 100 €/m

RD 115/8 55 - 105 €/m

RD 140/10 65 - 120 €/m

RD 170/10 100 - 200 €/m

RD 220/10 110 - 220 €/m

RD 320/10 200 - 350 €/m

3. Kierreholkkijatkosten etu?

- jatkamisen nopeus, millä merkitystä erityisesti, kun joudutaan käyttämään lyhyitä paaluelementtejä (paaluissa paljon jatkoksia)
- jatkoksen korkea laatu / ei erillistä laadunvalvontatarvetta (vrt.hitsausjatkokset NDT-tarkastukset)
- jatkoksen kestävyys (kierreholkkijatkos itse asiassa lisää jatkoksen puristuskestävyyttä)
- ei hitsauskaasuja (työmaan ympäristöolosuhteet)
- jatkaminen ”helpompaa” sateisissa, tuulisissa ja kylmissä olosuhteissa vrt. hitsaamiseen

4. Kierreholkkijatkokset ovat hyvin yleisiä Ruotsissa. Miksei Suomessa?

Ruotsissa yleinen tapa hitsausjatkosten laadunvalvonnan NDT-tutkimusten suhteen on se, että hitsisauman pitää jäähtyä vähintään 16h ennen kuin ainetta rikkomaton tarkastus voidaan tehdä. Ruotsissa käsittääkseni voi olla suhteessa myös vähemmän hitsaajia kuin Suomessa. Ruotsissa kierreholkkijatkosta pidetään kustannustehokkaana, helppokäyttöisenä, luotettavana ja nopeana porapaalun jatkamismenetelmänä. Suomessa urakoitsijat pitävät kierreholkkijatkoksen hintaa aavistuksen liian kalliina verrattuna hitsaamalla jatkamiseen. Urakoitsijat ovat tottuneet hitsaamiseen ja usein työmaalla on joka tapauksessa hitsausta hallitseva henkilö, jolloin hitsaustyötä ei välttämättä nähdä juurikaan lisäkustannuksena paalun jatkamisessa. Perustusten vahvistuskohteissa käytetään paljon mekaanisia hitsauslaitteita, joilla hitsaustyö on suhteellisen nopeaa ja tasalaatuista. Ensimmäisten kierreholkkien (1990-luvun lopulla) kanssa oli joitakin ongelmia, koska avarrinkruunujen ja holkkien mittoja ei oltu yhteen sovitettu (holkin halkaisija saattoi olla suurempi kuin avarrinkruunun ulkohalkaisija), jolloin paaluja juuttui holkeista kiinni esim. puupaaluja läpäistäessä. Joillakin urakoitsijoilla voi olla tämän takia negatiivinen

suhtautuminen kierreholkkeihin vaikka nykyisissä (v.2009-->) tuotteissa ja mitoissa em. ongelma on poistunut.

5. Kuinka paljon jatkoksen valinta ajallisesti/rahallisesti vaikuttavat projektissa?

Risto varmaan osaa vastata asiaan urakoitsijana paremmin asiaan. Käsittääkseni kierreholkkijatkoksella jatkaminen on kokoluokassa RD90-RD220 noin 5 - 10 (15min) nopeampaa per jatkos kuin laatuvaatimukset täyttävän hitsijatkoksen tekeminen. Tällöin paalutukseen kuluva kokonaisaika voi huomattavasti lyhentyä. Eri asia on sitten miten urakoitsija hinnoittelee tämän aikasäästön urakassaan; työhön menevä aika ja tätä myötä palkka-, yleiskulu-, koneiden kuoletuskustannukset yms. per paalu tai paalumetri ovat pienemmät, mutta materiaalikustannus (kierreholkit - hitsaustarvikkeet / aineet) on hieman suurempi.

6. Hinta / Kapasiteetti suhde S440J2H ja S550J2H terästen välillä?

Hintalisä S440-->S550J2H tällä hetkellä on noin 75...80 €/t eli 7 - 10 %, lisäkapasiteettia saadaan mitoitukselta riippuen maksimissaan 25% (lyöntipaalut, kun maan leikkauslujuus karkeasti ottaen yli 15kPa), mutta tyypillisesti noin 15 - 20%. Ihan pehmeissä maissa (leikkauslujuus noin 7 kPa tai vähemmän) suomalaisen mitoitusfilosofian ja (maa)mekaniikan lakien suhteen nurjahdusmitoituksen takia S550:tä ei ole hyötyä lainkaan kuin suurilla korroosiovaroilla. Suositellaankin, että normaali tapauksissa maan leikkauslujuutta on oltava noin 8 - 10 kPa tai enemmän että S550:tä kannattaa harkita käytettäväksi.

7. Milloin siirrytään kokonaan Eurokoodeihin paalutuksen suhteen Suomessa?

Periaatteessa Liikenneviraston töissä on alettu noudattamaan Eurokoodeja ja pohjarakentamiseen ja geotekniikkaan liittyvistä asioista on tehty ensimmäinen sovellusohje NCCI7 (Eurokoodin EN1997 sovellusohje), mitä tosin vielä tullaan paalutuksen osalta päivittämään. Talopuolella eurokoodeihin (lopullisesti) siirtyminen on yhä auki ja käsittääkseni paalutuksen osalta tällä hetkellä toimitaan vanhojen sallittujen paalukuormien menetelmällä (vaikka ylärakenteet olisikin jo mitoitettu eurokoodeilla) hieman ohjeistuksen vastaisesti. Eurokoodien käyttönotosta / Rakentamismääräyskokoelman osan B ajankohtaisesta tilanteesta

löytyy tietoa: <http://www.ymparisto.fi/default.asp?node=15617&lan=fi>

Kort på svenska

1. Hur stor är andelen stålrörspålar i Finland?

Andelen stålrörspålar, i Finland, ligger mellan 25-40%, samma som i Sverige. Av alla stålrörspålar, är de borrades antal mellan 10-15%.

2. Vad är prisklassen för olika pålningsmetoder?

Prisklasser för RR-pålar:

RR90 21 - 27 €/m

RR115/8 28 - 40 €/m

RR140/10 45 - 60 €/m

RR170/10 50 - 65 €/m

RR220/10 80 - 95 €/m

RR320/10 105 - 135 €

Prisklasser för RD-pålar:

RD90 50 - 100 €/m

RD 115/8 55 - 105 €/m

RD 140/10 65 - 120 €/m

RD 170/10 100 - 200 €/m

RD 220/10 110 - 220 €/m

RD 320/10 200 - 350 €/m

3. Fördelar med gängad skarv?

- snabbhet
- hög kvalitet på skarven
- skarvens hållbarhet
- man slipper svetsgaser
- det är enklare att skarva vid regniga, blåsiga och kalla förhållanden

4. Gängad skarv är vanligare i Sverige än i Finland. Varför?

Mycket beror på de långa svalningstider i Sverige. (16h) En annan orsak är att det finns i proportion färre svetsare i Sverige än i Finland. I Sverige anser man också att gängad skarv är ekonomiskt lönsammare. En orsak kan också vara att man hade dåliga erfarenheter av gängad skarv i Finland då produkten lanserades på marknaden, då var den inte så utvecklad som den är nu.

5. Hur mycket inverkar val av skarv ekonomiskt och tidsmässigt?

Risto skulle säkert kunna svara bättre på frågan men gängad skarv i pålstorlek RD90-RD220 är ca 15min snabbare än att man skulle svetsa.

6. Pris- och kapacitet förhållandet mellan S440J2H och S550J2H stål?

Priskillnaden ligger på ca 7-10% och skillnad på kapacitet ca 25% för tillfället.

7. När tas Eurokoderna helt och hållet i bruk i Finland?

Man håller på att skriva direktiv och saken går framåt, på husbyggnadssidan är det ännu öppet när man helt och hållet övergår till Eurokoderna. Mera information hittar man på <http://www.ymparisto.fi/default.asp?node=15617&lan=fi>

6.2 Håkan Bredenberg

Håkan Bredenberg är konsult inom infravidan. Jag valde att intervjua honom på grund av lång erfarenhet om pålar och pålning. Han är även med i Pålkommissionen i Sverige.

Intervju

1. Varför är gängad skarv så populär i Sverige?

Är den?

2. Enligt BSK 07 måste svetsen kallna 16 h innan kontroll kan utföras, även vid visuell kontroll. Stämmer det?

Kan även krävas 40 timmar.

3. Vid hurdana projekt tillämpas 16 h regeln eller är det vid alla?

Främst i Trafikverkets projekt.

4. Tror Ni att kontroll efter 16 h kommer att slopas när Eurokoderna träder i kraft?

Nej.

5. Är det för strängt inom pålningen att man måste vänta 16 h?

Ja, många gånger, beror på vem som svetsat.

6. Fördelar/nackdelar med borrarade stålrörspålar?

- omgivningspåverkan
- tolerans mot hinder

7. Fördelar/nackdelar med slagna stålrörspålar?

Det är dyrt.

6.3 Kimmo Perkiö

Kimmo Perkiö fungerar som projektchef i Lemminkäinen på infrsidan. Han har jobbat som pålningsarbetsledare på många projekt och därför valde jag att intervjua honom.

Intervju:

1. Mikä on lyönti ja porapaalujen osuus Lemminkäisellä? (teräspaalut)

Porapaalut omana työnä, lyönti au:na.

2. Porapaalujen vastaan Lyöntipaalut. Mitkä ovat hyvät ja huonot puolet?

Porapaalut:

- + varma kantavuus
- + mittatarkka (sijainti ja kaltevuus)
- + voidaan porata täyttökerrosten läpi
- + voidaan asentaa kellarista (perustusten vahvistaminen)

+ ei niin paljoa haitallista tärinää kuin lyöntipaalutuksessa

- hinta

- hidas asentaa verrattuna lyöntipaalutukseen

Lyöntipaalut:

+ nopea asentaa

+ halpa

- ei päästä täyttökerrosten läpi

- vähän pienempi kantavuus

- aiheuttaa helposti haitallisia tärinöitä

3. Mikä on hintaluokka eri paalutusmenetelmillä?

Porapaalutus on noin 50% kalliimpi, paikasta riippuen.

4. Kierreholkkijatkosten etu?

Ei tarvita tulitöitä, laatu on vakio (kunhan huolehditaan kiristys riittävään momenttiin.) Kellarissa, jossa putkia voidaan käsitellä miesvoimin on kierreholkkijatkos nopea ja sitä kautta muuttuu edulliseksi.

5. Kierreholkkijatkokset ovat hyvin yleisiä Ruotsissa. Miksei Suomessa?

Ruotsissa määräykset tekevät hitsauksesta hankalan. Suomessa ei vastaavaa määräystä ole ja hitsaamalla jatko syntyy halvemmalla.

6. Kuinka paljon jatkoksen valinta ajallisesti/rahallisesti vaikuttavat projektissa?

Kaikkea meidän toimintaa pitää ohjata raha (joko suoraan tai välillisesti, ajan kautta) eli valinta tapahtuu pelkästään taloudellisin perustein urakan asiakirjat ja yleiset määräykset huomioiden.

7. Mikä on kierreholkkijatkoksen ja hitsaamisen ajallinen ero? (Herkules Ruotsissa oli tehnyt testin että kierreholkkijatkokseen menisi 10min ja hitsaamalla 45min) Pitääkö paikkaansa?

Suomen Turussa, kellarityömaalla, on kelloitettu 5-10min jatkosaikoja mekanisoidulla hitsauskoneella, RD140. Ei ole meillä käytännössä aiheesta kovinkaan paljoa kokemusta, mutta sanoisin että kierreholkille 10min riittää RD140-220 hyvinkin.

Hitsausaika kuulostaa puikkohitsaukselta. Lanka on oleellisesti nopeampi, noin 15-20min olisi oikeampi aika kokeneelta hitsarilta.

Kort på svenska

1. Vad är borrpålnas och slagpålnas andel på Lemminkäinen?

Borrpålning som eget arbet, slagpålning som underentreprenör

2. Borrpålar versus slagpålar. Vilka bra och dåliga sidor finns det?

Borrpålar

- + säker bärförmåga
- + mätsäker
- + kan borrar genom olika jordlager
- + kan installeras i befintliga källare
- + inte lika mycket skadlig vibration som vid slagpålning
- pris
- långsam att installera jämfört med slagpålning

Slagpålar

- + snabb att installera
- + billig
- man slipper inte och penetrera utfyllnadsskikt
- mindre bärförmåga
- åstadkommer vibrationer

3. Vad är prisklassen mellan pålningsätt?

Borrpålning är ca 50% dyrare, beroende på platsen.

4. Fördel med gängad skarv?

Man behöver inget certifikat för heta arbeten. I källarutrymmen då man pålar med korta stumpar och kan lyfta dem med manskraft blir det också förmånligare.

5. Gängad skarv är vanligare i Sverige än i Finland. Varför?

I Sverige är det bestämmelserna som gör svetsningen svår, i Finland finns det inte liknande bestämmelser och svetsskarven blir billigare här.

6. Hur mycket inverkar val av skarv ekonomiskt och tidsmässigt?

All vår verksamhet styrs av pengar, så därför görs valen efter det samt enligt dokument och bestämmelser.

7. Vad är tidsskillnaden mellan gängad och svetsad skarv?

Gängad skarv tar ca 10 min och en bra svetsare svetsar på ca 15-20 min, vi har även i Åbo tagit tid när man svetsar med en mekanisk svetsmaskin och kom till resultat från 5-10 min.

6.4 Sammanfattning av intervjuer

I Finland och Sverige är ca 25-40% av alla installerade pålar stålrörspålar, varav 10-15% installeras genom borrhning. Att installera borrhade stålrörspålar har blivit förmånligare och det är inte mera en sista utväg, utan många gånger väljs det redan tidigt i projektet att man kommer att borra.

Bra sidor med slagna stålrörspålar är att de är lätta att installera och de är billigare än borrhade. Svaga sidor hos slagna pålar är att man inte kommer genom fyllningsmassor, pålen har lite mindre bärighet och det orsakas mera skadliga vibrationer än när man borrar.

Bra sidor med borrhade stålrörspålar är att man kan vara säker på bärigheten, pålen fås lätt på rätt plats och i rätt lutning, de kan borraras i källare, man kan borra genom olika fyllnadsmassor och det orsakas mindre vibrationer än när man slår pålar. Svaga sidor hos borrhade stålrörspålar är att de är något dyrare att installera och kräver längre tid att installera.

Gängad skarv har blivit lite mera populär i Sverige än i Finland. Det kan bero på att det är svårt att hitta svetsare i Sverige, en annan orsak kan vara de långa väntetiderna mellan svetsning och kontroll, som är mellan 16-40 timmar i broprojekt. En orsak som kom fram i

intervjuerna var att i Finland är man kanske ännu skeptisk till gängad skarv på grund av dåliga erfarenheter då den lanserades. Gängad skarv är lätt att installera och när det är projekt exempelvis i källare där man pålar med korta stumpar och kan lyfta pålarna med mankraft, då blir gängad skarv förmånligare att använda. Tidsmässigt är det också snabbare att använda gängad skarv ifall man inte använder en mekanisk svetsmaskin.

7 Jämförelse mellan svetsat och gängad skarv

7.1 Tid

Med gängad skarv sparar man en hel del tid. I tabell 10 kan man se tidsinbesparing på 400 st. pålar av längden 12 meter som är pålade med 1,5 m längder. Skillnaden mellan svetsning och gängad skarv blir då ca 467 timmar. Det blir redan omräknat i vanliga 40 timmars arbetsveckor till ca 11,5 veckor. Fastän gängade skarvar är något dyrare sparar man väldigt mycket tid, 11,5 veckor på maskinhyra samt kostnader för borrharen plus eventuell hjälpkarl. Granskningen av svetsfogar slipper man också när man använder gängad skarv.

	svetsning (20min)	gäingat skarv (10min)
7 skarv/påle	140	70
400 pålar	56000	28000
timmar	933	467
Arbetstimmar sparade på 400 pålar		467

Tabell 10. Skillnaden i tidsåtgång mellan svetsade och gängade skarvar samt den totala inbesparingen för 400 pålar med 7 skarvar per påle.

7.2 Kostnader

Nedan i tabell 11 kan man se priserna på olika påltyper. Det är en tabell där 1,5 m stumpar är räknade som helhetspris till en 12 m lång påle. Alla priser är i svenska kronor.

PALE	PRIS (1,5m)	TRYCKPLATTA	BERGSKO	KOSTNAD	PÅLLÄNG 12m/påle
Borrade pålar (gängat skarv)					
RD90	608	98		706	5648
RD140	1124	292		1416	11328
RD170	1668	428		2096	16768
RD220	2004	428		2432	19456
Borrade pålar (svetsat skarv)					
RD90	276	98		374	2992
RD140	632	292		924	7392
RD170	936	428		1364	10912
RD220	1020	428		1448	11584
Slagna pålar					
RR90	454	98	135	687	4551

Tabell 11. Jämförelse mellan kostnader på RD-pålar med gängade och svetsade skarvar. (Offert Ruukki)

Gängad skarv - Svetsning	Prisskillnad (%)
RD90	89
RD140	53
RD170	54
RD220	68

Tabell 12. Procentuell skillnad hur mycket dyrare gängat skarv är.

De här kostnaderna är bara teoretiska och det är mycket själva borrhjulet som inverkar också. I beräkningarna finns inte prisskillnaden mellan borrhjulen med. Man behöver något större krona för att skarva med gängor, vilket i sin tur leder till lite högre pris. Svetsutrustningen är inte heller tagen i beaktande. Men tabellerna är riktgivande.

8 SLUTSATS

Skillnader i förfarandet vid pålningsarbetet mellan Finland och Sverige var ganska svåra att hitta. I många fall refererade Pålkommissionens rapporter till RIL-böckerna i Finland och tvärtom. Största skillnaden är inom svetsningen och väntetiden i Sverige, men det är endast frågan om brobyggen.

Arbetssätten i de båda länderna är så gott som samma liksom även arbetsledarens uppgifter.

Gängad skarv har många fördelar men det är alltid ekonomin som styr vad som används i projekt, och ofta blir det så att svetsning som skarvningssätt blir mest ekonomiskt. Ju vanligare borrhjulet av stålörspålar blir desto vanligare blir också användningen av gängad skarv, men gängad skarv kommer, i Finland, knappast någonsin bli lika vanliga som svetsade skarvar.

Själva projektets start har uppskjutits något och det skulle ha varit trevligt att i verkligheten testa skarvning genom svetsning och med gängad skarv, att göra tester och se hur mycket fortare det går med skarvningen. Centralstationen skulle annars vara ett ypperligt ställe att testa gängade skarvar men största utmaningen tror jag att är själva rivningsarbetet. Frågan är om man kommer att hinna riva nischer i så god takt att man är klar med det då borrningen skall inledas på de olika ställena. Gängad skarv kan i många projekt vara en bra lösning med tanke på tidtabellen, ifall man hela tiden kan borra. I de fall då borrningsarbetet av andra orsaker måste stanna upp emellanåt kanske svetsade skarvar kan vara en ekonomiskt bättre lösning.

Jag har funnit det intressant att fördjupa mig i detta ämnesområde och jag har lärt mig många nya saker som jag säkert kommer att ha stor nytta av i framtiden. På grund av att projektet fortsätter ännu över ett år till efter jag blivit utexaminerad så är det tyvärr omöjligt att få testresultat av olika skarvmetoder med i mitt examensarbete.

KÄLLFÖRTECKNING

BSK (2007). *Boverkets handbok om stålkonstruktioner*. Boverket, Karlskrona

Bredenberg H., Berglars B., Rankka W., Holmberg G., Eronen S. & Jokiniemi H. (2010). *Borrade stålrörspålar. Anvisningar för projektering, dimensionering, utförande av kontroll*. Påkommisionens rapport 104, Linköping

Lemminkäinen (2011). *Lemminkäinen-konserni*. www.lemminkainen.fi (hämtad 28.1.2011)

Ruukki (2011). *Ruukki-konserni*. www.ruukki.fi (hämtad 28.1.2011)

Ruukki (2011). *Ruukki-koncernen*. www.ruukki.se (hämtad 2.3.2011)

RIL 230-2007 (2007), *Pienpaalutusohje*, Rakennusinsinööriliitto, Helsinki

Tiehallinto (2010). *Porapaalutusohje*. Tiehallinto, Helsinki

INTERVJUER:

Ruukki: Technical Manager Mats Larsson (Sverige) Stockholm 14.3.2011

Technical Manager Veli-Matti Uotila (Finland) e-post: 14.4.2011

Bredenbergteknik: Tekn Dr Håkan Bredenberg (Sverige) e-post: 9.4.2011

Lemminkäinen: Projektchef Kimmo Perkiö (Finland) e-post: 18.4.2011